POVOAMENTO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINEIROS NA EUROPA ATLÂNTICA OCIDENTAL

COORD.
CARLA MARIA BRAZ MARTINS
ANA M. S. BETTENCOURT
JOSÉ INÁCIO F. P. MARTINS
JORGE CARVALHO

POVOAMENTO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINEIROS
NA EUROPA ATLÂNTICA OCIDENTAL

COORD.

CARLA MARIA BRAZ MARTINS
ANA M. S. BETTENCOURT
JOSÉ INÁCIO F. P. MARTINS
JORGE CARVALHO

FICHA TÉCNICA

Título: **Povoamento e Exploração dos Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental**

Coordenação: Carla Maria Braz Martins, Ana M. S. Bettencourt, José Inácio F. P. Martins, Jorge Carvalho

Figura da capa: *Torques* de Póvoa de Lanhoso, Museu D. Diogo de Sousa, Braga; Mina de Deilão, S. Pedro do Sul (fotografias de Carla Maria Braz Martins)

Edição: CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar «Cultura, Espaço e Memória»
APEQ – Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário

Design gráfico: Helena Lobo www.hldesign.pt

ISBN: 978-989-8612-00-7

Livro electrónico eBook

Concepção gráfica: Sersilito-Empresa Gráfica, Lda. www.sersilito.pt

Braga, Julho 2012

SUMÁRIO

2. ARQUEOMETALURGIA

3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

APRESENTAÇÃO

CARLA MARIA BRAZ MARTINS
ANA M. S. BETTENCOURT,
JOSÉ INÁCIO F. P. MARTINS
JORGE CARVALHO

A história da mineração, ainda no dealbar, suscita actualmente um crescente interesse. A sua importância não se circunscreve, apenas, à exploração e à tecnologia das minas. Com efeito, os estudos nesta área têm procurado correlacionar, entre outras variáveis, as alterações introduzidas na paisagem, no povoamento e na sociedade decorrentes dos trabalhos de mineração. O presente livro pretende reflectir, precisamente, a variedade e a complexidade das pistas e problemas desencadeados pela abordagem da mineração. Os temas propostos são os seguintes: *Paisagem e Mineração*, *Arqueometalurgia* e *Prospecção Geofísica*.

Em *Paisagem e Mineração* avalia-se a articulação da mineração com a ordenação do território, não descurando as questões implícitas de índole social. Nos trabalhos direccionados para a Pré-História, Beatriz Comendador Rey e Alexandre Manteiga Brea abordam a importância da aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica no estudo dos depósitos metálicos da Idade do Bronze na Europa Atlântica (projecto ENARDAS), tendo como objectivos prioritários a contextualização dos achados e a sua inter-relação com outros *loci* contemporâneos, tais como, povoados, fontes de matéria-prima, vias de comunicação, etc. Hugo Aluai Sampaio analisa a concentração anómala de achados metálicos da Idade do Bronze encontrados nos Montes da Penha e da Saia (NW da Península Ibérica), os seus micro-contextos de deposição e a inter-relação com as grandes unidades geomorfológicas onde se enquadram. Com base nesta metodologia de trabalho, o autor problematiza o papel social e simbólico desses artefactos, das acções justificativas desses depósitos e dos espaços onde foram efectuados.

Para a Idade do Ferro, Frédéric Trément e a sua equipa abordam, de seguida, a mineração aurífera gaulesa na região de Auvergne (França), procurando, através

de um estudo interdisciplinar e diacrónico (projecto MINEDOR), avaliar o impacto desta actividade na paisagem. Para tal, recorrem a análises paleoambientais e geoquímicas em amostras recolhidas em zonas húmidas. Equacionam a hipótese das minas terem sido exploradas em época romana, o que explicaria a densidade do povoamento nessa região nos dois primeiros séculos da nossa Era. Sonia San Jose Santamarta trabalha sobre a siderurgia do Monte Basagain (Anoeta, NNE da Península Ibérica), a partir da Idade do Ferro, articulando o povoado ali construído com as minas existentes e os restos da produção metalúrgica (escoriais). E o trabalho de Jorge Vilhena e Mathieu Grangé debruça-se sobre as actividades siderúrgicas a partir da Idade do Ferro até à Baixa Idade Média, na bacia do rio Mira (SW da Península Ibérica).

Em relação à época romana, Javier Sánchez-Palencia sintetiza os principais resultados da mineração romana no Noroeste Peninsular, articulando as relações sociais com os territórios, num contexto abrangente de Arqueologia da Paisagem. Apesar de salientar a dificuldade de datação dos trabalhos mineiros observados, propõe algumas hipóteses sobre a origem das grandes explorações mineiras no NW Peninsular. Em relação aos processos tecnológicos deste período, analisa os métodos de prospecção existentes, o *aurum tallutium* na sequência da prospecção e o possível emprego do mercúrio na mineração. Refere, ainda, que o entendimento do impacto e alcance da mineração romana em termos territoriais e sociais em toda a região só poderá conhecer-se tendo em conta as ocupações precedentes existentes nesse mesmo território. Na mesma linha de pensamento, Cármen Fernández Ochoa e Ángel Morillo Cerdán estudam a exploração mineira do ouro, ferro, chumbo e zinco, no quadro do povoamento romano em Orillas del Cantábrico, no Norte da Península Ibérica. A problemática fulcral incide sobre a gestão dos recursos económicos e a dinâmica da ocupação do espaço. Os autores justificam as alterações paisagísticas e os diversos padrões de povoamento com uma desigual exploração dos minérios ao longo do tempo. Um outro aspecto aprofundado é o da datação dos trabalhos de mineração sem conexão directa com restos de cultura material. Uma correlação da metodologia laboral com o tipo de jazigos é também apresentada.

De seguida Roberto Matías Rodríguez apresenta um trabalho dedicado à mineração de ouro na província de León (Norte da Península Ibérica), ressaltando a existência da exploração de jazigos primários com trabalhos mineiros subterrâneos e locais com outros tipos de técnicas, designadamente a mineração hidráulica e a exploração em grandes cortas a céu aberto. Brais X. Currás Refojos e Luis F. López González comprovam a presença da mineração romana, articulada com o povoamento, no curso inferior do rio Minho (NW da Península Ibérica), salientando uma importante área com mineralizações auríferas quer em jazigos primários, quer em secundários. Luís Fontes, Mafalda Alves, Carla Maria Braz Martins,

Bruno Delfim e Eurico Loureiro analisam o povoamento e a mineração, desde a Idade do Ferro à época romana, no vale superior do rio Terva (NW da Península Ibérica), no âmbito de um projecto que visa a conservação, estudo, valorização e divulgação deste complexo mineiro vocacionado para a exploração aurífera, numa perspectiva de intervenção integrada e pluridisciplinar. Alexandre Lima, Roberto Matías Rodríguez e Alexandra Mendonça, com base em análises de sedimentos de cursos de água, solos e rochas, dão a conhecer a mineração de ouro na bacia do rio Terva (NW da Península Ibérica). Alexandre Lima, Roberto Matías Rodriguez, Natália Félix e Maria Antónia Silva evidenciam a mineralização aurífera da Serra de Santa Iria e das Banjas (NW Peninsular) em época romana, enquadrando-a no distrito mineiro Dúrico-Beirão. Susana Rodrigues Cosme descreve a mineração do ouro em jazigo secundário e primário no *loci* de Chão das Servas, nas margens do rio Ocreza (Centro de Portugal), área profundamente explorada durante o período romano. Por último, Cristina Isaura Fernández Fernández destaca os estudos etno-arqueológicos, como base metodológica, para a compreensão da mineração tradicional de estanho na época contemporânea, no vale do rio Ribeira e na zona de Tameirón (NW Peninsular).

A segunda parte do livro incide sobre o tema da *Arqueometalurgia*. O primeiro trabalho, de Paul T. Craddock, procura identificar a origem da metalurgia extractiva e a sua tecnologia. Neste sentido, cruzando as várias teorias defendidas ao longo do século XX e os dados existentes, não considera credível a hipótese de que esta seja oriunda do Próximo Oriente. O texto de Barbara Armbruster foca a ourivesaria arcaica na Europa Atlântica, desde o Calcolítico até à introdução da Idade do Ferro, com especial ênfase para os aspectos tecnológicos. São analisadas as técnicas de fabrico e as ferramentas utilizadas no processo de produção. A autora aborda, igualmente, assuntos relacionados com tendências estilísticas e a função de determinados objectos. Já William O'Brien analisa o aparecimento de artefactos metálicos e da metalurgia na Irlanda, com base em objectos de cobre e de bronze. Salienta o facto de, ao longo do Calcolítico e da Idade do Bronze, a Irlanda ter sido favorecida pela sua condição geográfica insular, o que lhe permitiu algumas especificidades. No entanto, refere que a sua inclusão numa rede de contactos supra-regionais, no contexto do fenómeno campaniforme, possibilitou algumas inovações tecnológicas e influências estilísticas na metalurgia desta ilha.

No âmbito da Pré-História, Carlos Manuel Simões Cruz, Ana M. S. Bettencourt, Elin Figueiredo e M. de Fátima Araújo dão a conhecer o achado de novos artefactos, em cobre, na bacia do baixo Vouga (Centro-Norte de Portugal); João Carlos Senna Martinez, Elsa Luís, M. de Fátima Araújo, Rui Silva, Elin Figueiredo e Pedro Valério analisam as primeiras ligas de bronze do Noroeste português, a partir da Fraga dos Corvos, em Macedo de Cavaleiros; Hugo Aluai Sampaio e Ana M. S. Bettencourt

discorrem sobre as produções e práticas metalúrgicas de bronze, a partir dos dados encontrados no Pego (NW peninsular); João Carlos Senna Martinez, Elin Figueiredo, M. de Fátima Araújo, Rui J. C. Silva, Pedro Valério e João Inês Vaz caracterizam a produção metalúrgica do Bronze Final, a partir da cultura material do grupo Baiões/Santa Luzia, no Centro de Portugal; e Raquel Vilaça, Sara Almeida, Carlo Bottaini, João Nuno Marques e Ignacio Montero-Ruiz estudam um conjunto significativo de artefactos metálicos encontrados no Castro do Cabeço da Argemela (Centro de Portugal), numa ocupação do Bronze Final / Ferro Inicial e numa ocupação da IIª Idade do Ferro, em que, com excepção de um cinzel, todos os artefactos são ligas binárias de bronze de elevado teor em estanho, salientando-se assim, com os dados obtidos, a importância do povoado na produção de bronze no I milénio a.C..

Na Idade do Ferro, Óscar García Vuelta e Xosé-Lois Armada avançam com uma reinterpretação do conjunto áureo de Recouso (NW peninsular); e Gonçalo P. Cruz e José Antunes, por seu turno, estudam as possíveis oficinas metalúrgicas da Citânia de Briteiros (NW da Península Ibérica), salientando a existência de um molde que poderá ter servido para a realização de lingotes em diversos metais, como sejam o estanho, o ouro, a prata e o chumbo.

Em plena época romana, Susana Rodrigues Cosme dá a conhecer os fornos metalúrgicos do povoado romano de São Faraústo 2 (SW da Península Ibérica), e José Carlos Sastre Blanco, António J. Criado Portal e Patrícia Fuentes Melgar debruçam-se sobre a metalurgia do ferro no povoado tardo antigo de El Castillón (Centro-Norte da Península Ibérica), que, apesar de ter uma cronologia mais ampla, reúne resultados mais significativos para os séculos IV e V d.C..

A *Prospecção Geofísica* constitui o último tema desta obra que reúne três textos relacionados com a prospecção geofísica aplicada em contextos arqueológicos. O primeiro, de Fernando Almeida e Jorge Carvalho, incide sobre os diferentes métodos e técnicas não intrusivas que podem ser utilizados na prospecção arqueológica. Faz referência aos métodos geofísicos mais relevantes, especialmente o magnético, o eléctrico, o electromagnético, o sísmico e o gravimétrico. Os outros dois trabalhos descrevem campanhas de investigação/reconhecimento geofísico nos quais se utilizaram algumas das técnicas referidas no trabalho anterior. Carla Maria Braz Martins, Jorge Carvalho, Fernando Almeida e Abílio Cavalheiro dão a conhecer o resultado do emprego do método exploratório electromagnético por geo-radar no reconhecimento de estruturas romanas no complexo mineiro de Três Minas (NW da Península Ibérica). João Tiago Tavares, Abílio Cavalheiro, Fernando Almeida, Jorge Carvalho e Pedro Garcia descrevem a aplicação dos métodos de prospecção magnética e electromagnética por geo-radar na identificação de estruturas soterradas relacionadas com o fabrico do vidro na antiga indústria vidreira do Côvo, em Oliveira de Azeméis (Centro-Norte de Portugal).

A transversalidade dos assuntos versados neste livro evidencia um grande número de trabalhos em equipa, de âmbito multidisciplinar e interdisciplinar onde se verifica, de facto, a harmonização entre diversas áreas do saber científico, como sejam, a arqueologia, a antropologia, a geologia, a geografia, a química, a geofísica, entre outras.

O livro teve como base um conjunto de textos resultantes das conferências, comunicações e posters apresentados no 1º Congresso Internacional *Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*, que ocorreu no Museu de Arqueologia D. Diogo de Sousa, em Braga, nos dias 10 e 11 de Dezembro de 2010, numa iniciativa conjunta do Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória (CITCEM), da Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário (APEQ) e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), com o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) – através do programa FACC.

A arbitragem científica das contribuições que dão corpo a este livro foi realizada por Alicia Perea Caveda (Consejo Superior de Investigaciones Científicas – CSIC, Madrid), Beatriz Comendador Rey (Universidade de Vigo, investigadora associada do CITCEM), César Carreras Monforte (Universidade Oberta, Catalunha), Francisco Sande Lemos (Universidade do Minho), Leonardo Sanjuán (Universidade de Sevilla), Maria Manuela dos Reis Martins (Universidade do Minho, investigadora do CITCEM) e Paul T. Craddock (British Museum, London), a quem se agradece.

1. PAISAGEM E MINERAÇÃO

CHALLENGES AND PROSPECTS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN BRONZE AGE HOARDS IN ATLANTIC EUROPE

BEATRIZ COMENDADOR REY[1]
ALEJANDRO MANTEIGA BREA[2]

1. RESEARCH AND PUBLICATION STRATEGIES

From the point of view of the manifestations observable in the archaeological record there is an important distinction between the concepts of 'deposit' and 'deposition'. This refers to objects intentionally removed from circulation, hidden and never recovered, regardless of the complexity and time-scale of the process. We include under this definition a wide range of materialities that refer to various actions, and also have geospatial dimensions.

Previous attempts to understand the phenomenon of Bronze Age metal hoarding in Western Iberia were studied and explained by Vilaça (2006) (ancient discoveries, lack of information, repeated historiographical errors, etc.). There is also a methodological problem when analysing long range prospects from the point of view of settlement and metal circulation. This is a direct consequence of research and publication strategies, which promote a certain type of analysis and interpretations. Following Kristiansen and Larsson (2006, p. 53), these studies can be divided into 3 categories:

Typological studies/cultural studies: documentation and analysis of a particular type of object in time and space. These include the catalogues of the PBF

[1] Area de Prehistoria. Departamento de Historia, Arte y Geografía. Universidad de Vigo. Campus das Lagoas, Ourense. Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. beacomendador@uvigo.es

[2] Archaelogy Department, Connolly Building, University College Cork, Ireland. alex.manteiga@gmail.com

(Prahistorische Bronzefunde Series), Monteagudo (1977). As well as cultural studies such as Coffyn (1985) on the Atlantic Bronze, and the hoard catalogues of Mortillet (1894), Dechelette (1910) and Eogan (1983).

Local studies: the analysis of a hoard or group of hoards in a specific geographical setting. A specific point in space is determined in relation to the cultural and typological context of the objects discovered. A classic example would be the publication of the Valdebimbre hoard in León (Celís 2007).

Contextual studies: presentation and analysis of all the archaeological materials discovered in a regional context. That includes studies related to the abundance of deposits in certain areas (Briard 1965; O'Connor 1980), and other research associated with the movement and deposition of metal objects in mining areas of Central Europe (Junk *et al.* 2001).

The dispersed nature and limited scope of these studies has limited our perspective on the hoarding phenomenon. There is a division between decontextualized studies of individual types over extensive areas, and contextualized analysis of evidence in a small geographical area[3]. The other problem is fragmentation of data sources, especially with regards to multi-variate analysis of the relevant information. Most research has concentrated on artifact comparisons, analytical composition or isotopic characterization. More complicated is our understanding of the contextual aspects of these finds. It is true that the unsystematic character of most hoards limits the quality of this information. The key problem is fragmentation which is more related to presumed decontexualized categorizations of this phenomenon (Fig. 1).

Changing the interpretative framework incorporates new perspectives into the study of Bronze Age hoards. Of particular importance is the work of Richard Bradley, who has promoted an emphasis on the cultural biography of objects, and the places where they were deposited (Bradley 2000, p. 48). This has led in recent years to a new priority that promotes symbolic approaches (symbolic marking and sacralisation of the spaces by communities) and paying less attention to more practical aspects, such as raw material procurement and production and circulation of metal over large areas.

In recent years there has been an increase in the number of studies dealing with prehistoric settlement and territoriality using GIS approaches. The main emphasis has been on the visibility and visual domain of sites. However, the discovery of archaeological evidences not considered as settlements due to the lack of landscape

[3] In accordance to Kristiansen and Larsson (2006, p. 14), with a few exceptions, the 'scientific cultures' normally adopt the perspective of local cultures, by overlooking the importance of travel and trade interactions. The most common theoretical and interpretative framework is the regional or local unit, which in their opinion has led to dangerous knowledge autonomy, confined to national and linguistic borders.

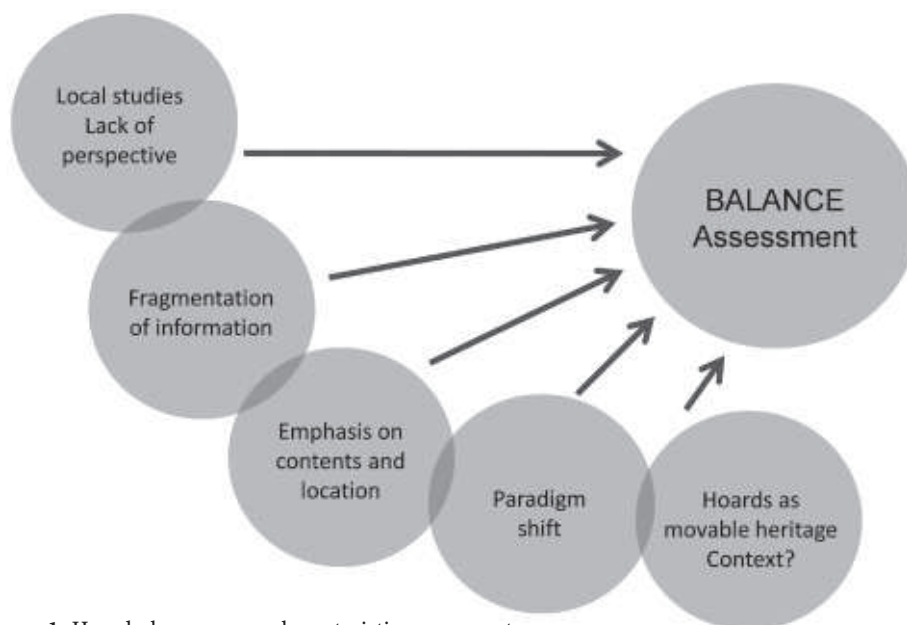



Figure 1. Hoard phenomenon characteristic assessments.

visibility has been partially ignored in most works. The lack of context, uncertainty or invisible character of these features excluded hoards from this approach, giving priority to the typological, chronological and archaeometric studies.

The contextual[4] concept is central in understanding the hoarding phenomenon, and so is the concept of '*loci*'. Firstly, this review affects to the functionalist theoretical framework, and to the categorizations of archaeological contexts in dichotomed functions (settlement/burials, profane/sacred...). In the case of hoards, their discovery places have become elements endowed with meaning that respond to a specific rationality, so that the 'lack of context' results in a 'different context'.

The management of archaeological data in Galicia constitutes a typical example. The discovery places of hoards are mostly not included in the official catalogue of the Cultural Heritage Institution of the Xunta de Galicia, although these findspots are often known. This results in deposits been managed by the administration only in terms of material, considered as 'movable heritage' and not as archaeological contexts. Such practice ends up in promoting the decontextualization of the find, with an emphasis solely on 'the artifacts', and not the associated information[5].

[4] An approach to archaeological interpretation proposed by Ian Hodder in the mid 1980s in which emphasis is placed on methods of identifying and studying contexts in order to understand meaning.

[5] In a sort of Cartesian decomposition, deposits are divided into: core (context), which in the best scenario is managed as immovable heritage, and matter (objects), managed as movable heritage. One of

2. APPROACHES TO THE APPLICATION OF GIS

We agree with Vilaça (2006) when she states that in light of the diversity of concepts about what is a deposit, the development of a corpus is a difficult task, though not impossible.

To propose this research, we start from two different premises. One concerning the archaeological phenomenon on its own, and the other related to the new technologies applied to this study.

From the point of view of the archaeological phenomenon, we assume that this premise responds to rational intentionality standards, rather than random causes, and that these patterns are materialized from various aspects of the selective deposition[6]. Hence, we need a comprehensive and holistic approach to locate the structural field of meaning[7].

In relation to the new available technologies, we follow Parcero and González (in press) when pointing out that GIS applications and other related tools are not a way to reproduce reality, but to represent it. According to this, the world is divided into a series of categories and object types through the use of a translation process that always incorporates a simplification process (more or less explicit depending on the case).

Our proposal aims to build a corpus of contexts consisting of analysis variables and their relationships, in order to generate metadata[8] (Fig. 2). This is not incompatible with the possibility of linking a database associated with objects, although this is not our first objective.

We are currently working on an analysis based on a phenomenological review of more than 1800 Bronze Age hoards, from Ireland (256), southern Britain (185), Atlantic France (1131) and the Iberian Peninsula (271)[9].

The next step will be to input the available information into an Atlantic hoard database, with the basis systematization requiring the use of primary sources of information. In the medium term we propose to include the Galician and northern Portuguese evidence, and at a later stage we intend a joint construction of this

---

us has dealt in other forums with the display of metal objects in Galician museums, considered as dead entities, 'isolated, imprisoned and mute' (Comendador 2010b).

[6] By selective we understand not only the content, but the choice location, the manner in which deposition took place (or successive depositions, etc...).

[7] One of us has already begun this process by applying a comparative structural analysis of the hoarding phenomenon and rock art at the mouth of the Ulla river (Comendador 2010a), and also exploring the foundations of a new ontology (Alves & Comendador 2009).

[8] In recent years there has been a review of this phenomenon through the use of GIS tools, such as the PhD thesis of Muriel Filly, relating Breton deposits with funerary monuments.

[9] This work, which also served as the basis for a preliminary study of Atlantic hoards is being conducted by UCC doctoral student Alejandro Manteiga Brea, and for the establishment of descriptive standards used in the *ENARDAS* project (PTDC/HIS-ARQ/112983/2009).

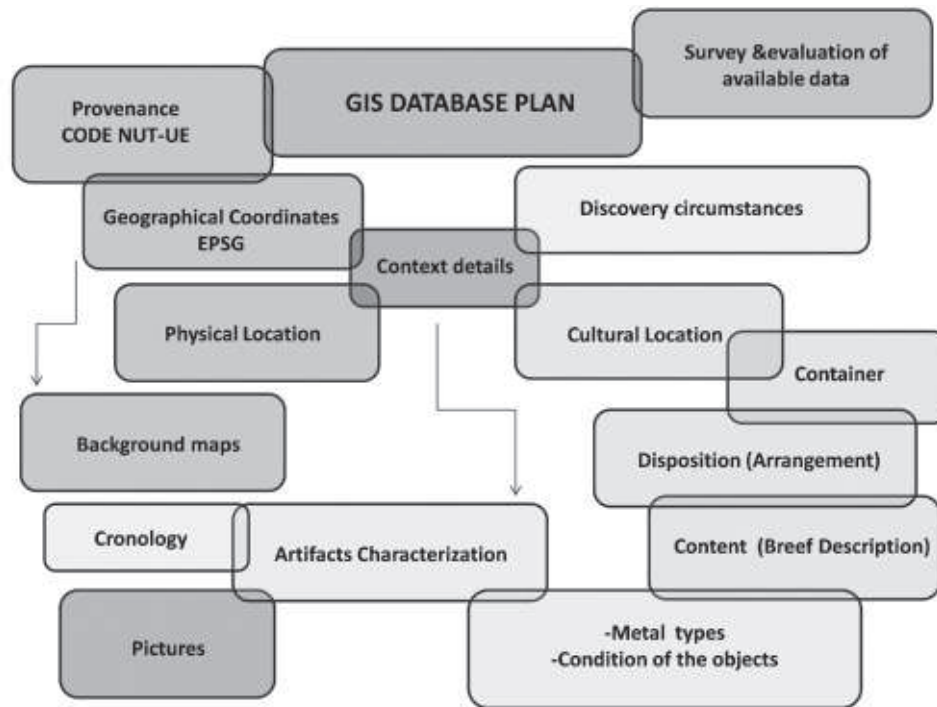



Figure 2. Diagram of GIS database plan design.

repository between different researchers to expand our understanding of hoarding practices over wider areas of the Iberian Peninsula.

Among the possibilities of GIS applications to the study of hoards, we would like to highlight the following:

– Creation of a catalogue/context corpus and their relationships (focusing on the immaterial aspects), in order to show the 'selective deposition';
– Ability to overlap new 'layers' of information with other archaeological features, such as settlements, mining resources, etc.;
– Possibility of making this information visible and accessible;
– Applicability to the study of specific hoard cases;
– Ability to add new categories of analysis according to research needs.

In order to expose the advantages of GIS applications, we follow Parcero and González (in press):

1. Definition of standards for the documentation and record of depositional contexts. This does not necessarily would impose a universal validation model, but will establish the procedures needed in order to promote consensus;

2. Systematization of information. The most ambitious goal is the creation of an SDI (Spatial Data Infra Structure)[10];
3. On-line access to information. Creation of a searchable and correctable *corpus*;
4. Analysis of information over large regions regarding multivariate analysis, which could be cross-referenced in order to discriminate different categories of analysis.

3. DYNAMISM VERSUS STATISM. THE RELATION PRODUCTION-CIRCULATION

There have been many attempts to label hoards with tags based on a 'functional' criteria, using variables or a set of them in certain models. Certain interpretative ontologies created a dichotomy between ritual and profane (utilitarian) categories in the archaeological record, which in the case of deposits has already been revised several times (Ruiz-Gálvez 1995; Delibes & Fernández Manzano 2007; Vilaça 2006). Despite interesting debates about the nature of exchange in the Bronze Age, Kristiansen and Larsson (2006, p. 51) call attention to the limited effort made to develop theoretical and methodological concepts for interpretation.

In recent years the importance of hoards characterization has arisen from the standpoint of deposited objects (cultural biography), which includes a comprehensive approach to the operational sequence considering the life-cycle of an object (production, use, deposition) (Hamon & Quilliec 2008, p. 2). Taking this into account, research on the hoarding phenomenon has put more emphasis on distribution and consumption rather than production. Alike, some of the suggested anthropological models, whether based on reciprocity, redistribution or exchange[11], show large gaps in the social models proposed associated with production and circulation of accumulated metal in deposits. González Ruibal (2007) pointed out that hoards materialized relations, thus regarding contacts represented by deposits to an end in itself would be an unfortunate mistake. Furthermore, we believe that considering the phenomenon of metal circulation restricted to the hoards themselves is also incorrect. The social dynamism involved has not been reflected in the methodological and theoretical models proposed.

---

[10] Set of technologies, policies and institutional arrangements to facilitate the access to spatial information, constituting a basis for searching, viewing, analyzing and applying spatial data at all levels (Bosque Sendra 2007). It is worth mentioning here the European INSPIRE and GMES initiatives (Infraestructure for Spatial Information in Europe and Global Monitoring for Environment and Security) (Pérez Gómez 2004).

[11] Reviewed in Comendador (2010b).

In the Iberian north-west a series of archaeological indicators point to increased production towards the end of the Bronze Age, such as the increased amount of metal in circulation (Comendador 1999), and the appearance of specialized regional ateliers (as evidenced in the metalwork). From 900 BC onwards, lead bronze[12] constitutes the most characteristic of Atlantic productions (Sierra 1978). Despite the large volume of artifacts recovered, the 'lack of context' and its dissociation from settlements has led to disinterest[13] and 'invisibility in research'. A good example of what we discussed before would be the unusual integration of georeferenced information on hoards for the implementation of GIS to the study of settlement patterns. In the same way this type of record has been withdrawn from heritage projects that have led to 'the valorization' of tangible elements in the landscape.

We can consider here some of the assessments made from the recent publication of the Punta Muros site in Arteixo, A Coruña (Cano & Gómez Filgueiras F. 2010). According to the authors, the settlement was specialized in metallurgical production with large longhouses (all aligned) and external hearths, and troughs cut into the rock for metallurgical purposes. The production of two types of bronze alloys (tin bronze and tin leaded bronze) has been partially published, as well as the exceptional discovery of a lead ingot (Fig. 3). This site allows us to confirm certain aspects of metal production that were already known, such as the production of binary and ternary[14] bronze alloys, a significant leap into large-scale production[15] and the connection to the Atlantic world. Undoubtedly this site is going to provide valuable information about a poorly understood period[16], but it is also necessary to consider the production of more than half-ton of bronze around 900 BC, and the studies of palaeo-pollution in Galicia (Cortizas *et al.* 1997) indicating a clear inflection in palaeo-pollution by lead and other heavy metals from 1050 BC. Recent studies carried out in three bog peats at Xistral Mountains, have been used to reconstruct the deposition of Ni, Zn, As and Cd in antiquity. Together, these present a consistent view of changes in

---

[12] The addition of lead into the copper-tin alloy facilitates casting by increasing the fluidity of the mixture in its molten state. This would contribute to speed up the process, and may indicate large-scale production.

[13] Disinterest also highlighted by Vilaça in Portugal (2006).

[14] The publication is incomplete and lacks critical information. Interpretations regarding the 'functionality' of both types of bronze production (functional use and direct use objects ascribed for tin bronze alloys, and ornamental or symbolic ascribed to the lead bronze alloys) in the absence of specific information on the objects produced seems unwarranted to us.

[15] Monteagudo (1954) had already mentioned the presence of plano-convex ingots in the area: one in the Varilongo mine (Santa Comba) and another in Ríal (Cuns, Coristanco) similar to those of Fonte Velha (Viatodos, Barcelos) (Fig. 3).

[16] But it seems a bit exaggerated to say that 'this site is radically transforming our prehistory' as depicted in the media (Gago 2010).

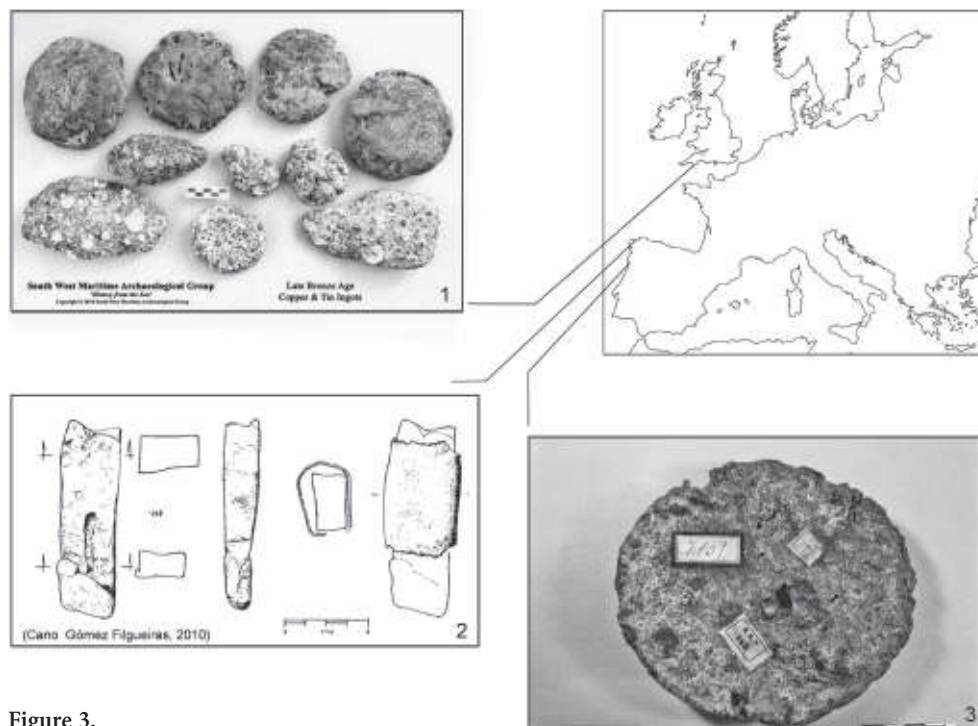



Figure 3.
1 – Some of the tin and copper ingots discovered at Salcombe Bay (Devon, UK) (Picture courtesy of South West Maritime Archaeological Group, www.swmag.org; 2 – Lead ingot from Punta Muros, Arteixo, A Coruña, Spain (Cano and Gómez Filgueiras 2010); 3 – Bun ingot. Fonte Velha Hoard, Viatodos, Barcelos, Portugal. (Picture, Beatriz Comendador taken in 1995 at the former Museu de Etnologia do Porto).

atmospheric pollution and the importance of metals in the development of human societies: accumulations related to mining and metallurgical activities in prehistory, with a first peak around 3400 BP (1450 BC) and another one at around 2350-2150 BP (400-200 BC) (Pontevedra *et al.* 2011). Besides palaeo-pollution evidences they also considered another manifestations, such as the deforestation process indicated by pollen diagrams. European palaeo-pollution studies (Wales: Mighall *et al.* 2002, 2009; England: West *et al.* 1997; France: Monna *et al.* 2004; Shotyk *et al.* 1998; Le Roux *et al.* 2004; De Vleeschouwer *et al.* 2009) agree in indicating an increase in metal emissions to the atmosphere due to human action, which is clearly evident during the Later Bronze Age and related to an increase in metal production.

Evidences for metal circulation over long distances in the Later Bronze Age were based primarily on comparative typology[17], and subsequently reinforced by

[17] The Campos hoard (Melide, A Coruña) provides another evidence of contact between the Iberian north-west and the Atlantic area. Even though some of the contents of this hoard were lost after discovery,

archaeometric studies combined with the application of lead isotope analysis which contributed to technological system domain characterization (Rovira 2004, p. 32). In some cases the exogenous addition of tin is a essential prerequisite given the lack of accessible resources. That would be the case of the Netherlands (Fontjin 2008, p. 14) and Ireland[18] (Penhallurick 1986; Budd 1994).

To this must be added the discovery of the Langdon Bay shipwreck (Muckelroy 1980), in the British Channel, providing evidence of maritime contacts and metal circulation in the transition from Middle to Late Bronze Age, between southern Britain and continental Europe, especially with Brittany. The recent discovery of Salcombe Bay, off the Devon coast (Tyson 2010), considered as part of the cargo of a Bronze Age wreck (1200-900 BC) contained copper and tin ingots, evidencing for the first time the circulation of tin in the Atlantic.

Recent studies stressed the widespread use of copper ingots from the first half of the first millennium BC, both in the Iberian north-west and the Mediterranean associated to metallurgical settlements (Montero *et al.* in press). Gómez Ramos (1993) has indicated its usual association with axes in areas with important mineral resources. In the Iberian Peninsula there is no evidence of tin-copper ingots (bronze[19]), although there is evidence of lead-copper ingots. The presence of ingots supports a wider exchange of raw materials[20].

It would be necessary to include the publication of new findings in relation to prehistoric mining, as well as new avenues of research with regards to the use of tin.

---

a Breton axe and another winged axe of unquestionable foreign origin (probably from central Europe) are preserved (Suárez Otero 2000, p. 29–34, fig. 6; Ruiz-Gálvez 1995, p. 29). The deposit of La Rouillasse (Roussot-Larroque 1970), discovered between Soubisse and Moëze in the Charente-Maritime province contains three single-looped palstaves of Iberian type, and a socketed sickle similar to those of the 'Thames series' described by Cyril Fox (1939). The mixing of Iberian and British elements in this hoard suggests direct maritime interaction in the Atlantic area during the Later Bronze Age.

[18] A recent publication have challenged the origins and sources of tin in Ireland, suggesting that both tin and gold might have been extracted from alluvial deposits at the Mourne Mountains (Co. Down) (Warner *et al.* 2010).

[19] According to Rovira (2007, p. 210-219) until the Iron Age bronze was produced by smelting copper and tin ores. Only after the transition from Late Bronze Age to Iron Age (800–700 BC) metallic copper alloy with tin ore, and copper and metallic tin alloys are evidenced.

[20] Although British and Irish artifacts seem to share a single metal source during the Chalcolithic (probably Ross Island), there is evidence that supports the use of another source at an early stage. The Cornwall-Devon deposits are the most likely accessible source in the British Isles, but it is possible that other continental sources were also used (probably from Brittany). Both sources continued to be important after the adoption of regular tin alloying. The Taunton/Penard assemblages of the Middle Bronze Age present unusual signatures in their isotopic configuration, being their closest match located at Pyrenean deposits (Cabrieres mine?) (Rohl & Needham 1998).

This overview provides evidence of a very dynamic society in the Atlantic Bronze Age in terms of metal circulation, production and interaction, which must be linked to the phenomenon of 'fossilized' deposits in the landscape. So we should associate hoards to the area of production and acquisition of raw materials, placing them into the network of Bronze Age finds. It would be also necessary to consider interpretive models consistent with evidence of extensive interaction. Galán (2004) proposes that the production of axes with jets (palstaves) of the Iberian north-west is devoted to the creation of large hoards near the coast between the mouths of the rivers Miño and Duero, using a wide variety of sources ranging from the west of Asturias, to the interior of Beira and Trás-os-Montes. One of us (Manteiga, in press) considers that some of these hoards[21] may be interpreted as part of a model of metal trade over long distances.

4. CHALLENGES AND PROSPECTS

There are obvious inherent difficulties in establishing a systematic body of information of this type of context, with very problematic elements such as the spatial expression of uncertain locations or the simplification that this entails. The aim of this work is to reflect on the possibilities that new technologies offer for the shift of paradigms, the regularization of criteria and the 'visibility' of archaeological information, as well as for the dissemination and presentation of complex phenomena. This would require the use of a research strategy to formulate questions and to address the historical problems that must be analyzed (based on theoretical categories). We believe that this is a good time to change paradigms and to unify criteria.

The *ENARDAS*[22] project began in Portugal in 2011, with the aim to provide the integration of four materialities: Atlantic rock art, architecture and burial practices, metal deposits and raw material sources. These are understood as *loci*, acting in the creation and maintenance of collective identity through the mechanisms of memory transmission. This is an innovative approach that will allow north-west Portugal to reassess and integrate regional knowledge at a European level, putting into perspective the phenomenon of cultural convergence in a large-scale analysis, and the phenomenon of contingency at a regional and local level. Given the participation of Spanish, Portuguese and Irish institutions this project would

[21] Normally constituted by one type of object, axes, in great numbers and sometimes unfinished (with casting jets still in place, and casting seams). In some occasions it is possible to identify a formal arrangement of the objects, as if they were stocked inside a container (bag, box?) or to maximize the space in which the artifacts were confined.

[22] *Natural spaces, architecture, rock art and prehistoric hoards on the western facade of north-central Portugal: from action to meaning* (PTDC/HIS-ARQ/112983/2009) financed by Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT), COMPETE and FEDER.

constitute a unique opportunity to unify the hoard analysis criteria in western Iberia, at least the north which is currently divided by a geopolitical border.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank William O'Brien, Emilio Abad, Ana M. S. Bettencourt, Lara B. Alves, Marcos Martinón-Torres and César Parcero for their many helpful contributions toward the completion of this paper. We are particularly grateful to Ignacio Montero and Xavier Pontevedra for allowing us to use their unpublished data.

REFERENCES

ALVES, L. B. & COMENDADOR, B. (2009). Rochas e metais na Pré-História para além da Físico-Química. In BETTENCOURT, A. M. S. & ALVES, L. B. (eds.). *Dos montes, das pedras e das águas. Formas de interacção com o espaço natural da pré-história à actualidade.* Braga: CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória e APEQ – Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário. p. 37-54.

BRADLEY, R. (2000). *Archaeology of Natural Places*. Oxford: Routledge.

BRIARD, J. (1965). *Les dépôts bretons et l'age du Bronze Atlantique*. Rennes: Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique.

BUDD, P.; GALE, D.; IXER, R.A.F. & THOMAS, R.G. (1994). Tin sources for prehistoric bronze production in Ireland. *Antiquity.* 68. 518-524.

CANO PAN, J. & GÓMEZ FILGUEIRAS, F. (2010). La Paleometalurgia del Poblado de Punta Muros (Arteixo, A Coruña) en el contexto de la transición Bronce Final– Primera Edad del Hierro. In *Cuaternario y Arqueología: Homenaje a Francisco Giles Pacheco*. Cádiz: E. Mata Almonte Ed. p. 253-261.

CELÍS SÁNCHEZ, J. (coord.) (2007). *El hallazgo leonés de Valdevimbre y los depósitos del Bronce Final Atlántico en la Península Ibérica*. León: Junta de Castilla y León.

COFFYN, A. (1985). *Le Bronze Final Atlantique dans la Péninsule Ibérique*. París: Diffusion de Bocard.

COMENDADOR, B. (1999). Cambios de escala en la producción metalúrgica durante las fases finales de la edad del bronce en el Noroeste peninsular. *Revista de Guimarães*. Volume especial. Guimarães: Sociedade Martins Sarmento. p. 515-537.

COMENDADOR, B. (2010a). Space and memory at the mouth of the river Ulla (Galicia, Spain). In BETTENCOURT, A. M. S.; SANCHES, J. M.; ALVES, L. B. & FÁBREGAS VALCARCE, R. (eds.). *Spaces and places for agency, memory and identify in prehistoric and protohistoric Europe*. Proceedings of the 15 Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences, Lisbon (September 2006). BAR International Series. Oxford: Archaeopress. p. 99-109.

COMENDADOR, B. (2010b). Una perspectiva antropológica para la interpretación de la metalurgia. In MONTERO, I. (coord.). *Manual de Arqueometalurgia*. Madrid: Comunidad de Madrid, Museo Arqueológico Regional. p. 269-300.

DE MORTILLET, G. (1894). Cachettes de l'âge du bronze en France. *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*. Paris: Masson. 5. 298-340.

DE VLEESCHOUWER, F.; FAGEL, N.; CHEBURKIN, A.; PAZDUR, A.; SIKORSKI, J.; MATTIELLI, N.; RENSON, V.; FIALKIEWICZ, B.; PIOTROWSKA, N. & LE ROUX, G. (2009). Anthropoge-

nic impacts in North Poland over the last 1300 years – A record of Pb, Zn, Cu, Ni and S in an ombrotrophic peat bog. *The Science of the Total Environment.* 407(21). 5674-5684.

DÉCHELETTE, J. (1910). *Manuel d'Archéologie Préhistorique Céltique et Gallo-Romaine*, *II. Archéologie celtique ou protohistorique. Première partie, Age du bronze,* Paris: Auguste Picard Éditeur.

DELIBES de CASTRO, G. & FERNÁNDEZ-MANZANO, J. (2007). ¿Para los hombres o para los dioses?: Certezas y sospechas sobre la intención de los depósitos del Bronce Final Atlántico. In CELÍS SANCHEZ, J. (ed.). *El hallazgo leonés de Valdevimbre y los depósitos del Bronce Final Atlántico en la Península Ibérica*. León: Junta de Castilla y León. p. 10-35.

EOGAN, G. (1983). *The Hoards of the Irish Later Bronze Age*. Dublin: University College.

FONTIJN, D. (2008). Traders' Hoards'. Reviewing the relationship between trade and permanent deposition: the case of the Dutch Voorhout Trade. *Hoards from de Neolitihic to the Metal Ages: Technical and Codified Practices*. BAR International Series. Oxford: Archaeopress. p. 5-17.

FOX, C. (1939). The socketed bronze sickles of the British Isles with special reference to an unpublished specimen from Norwich. *Proceedings of the Prehistoric Society*. 5. 222-248.

GALÁN, E. (2004). Noroeste y Suroeste: dos ámbitos para el tránsito. In PEREA, A. *Ámbitos Tecnológicos, Ámbitos de Poder*. *La transición Bronce Final-Hierro en la Península Ibérica*. Madrid: CSIC. p. 1-14.

GÓMEZ RAMOS, P. (1993). Tipología de lingotes de metal y su hallazgo en los depósitos del Bronce Final de la Península Ibérica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*. 20. 73-105.

GONZÁLEZ RUIBAL, A. (2006-2007). *Galaicos. Poder y comunidad en el Noroeste de la Península Ibérica*. Brigantium, 18. A Coruña: Museo Arqueolóxico de A Coruña.

HAMON, C. & QUILLIEC, B. (2008). Hoards from de Neolitihic to the Metal Ages: Technical and Codified Practices – Introduction. *Hoards from de Neolitihic to the Metal Ages: Technical and Codified Practices.* BAR International Series. Oxford: Archaeopress. p. 1-3.

JUNK, M.; KRAUSE, R. & PERNICKA, E. (2001). Ösenringbarren and the Classical Ösenring Copper. In METZ, W. H.; VAN BEEK, B. L. & STEEGSTRA, H. (eds.). *Essays presented to Jay Jordan Butler on the occasion of his 80th birthday*. Amsterdam. p. 353-366.

KRISTIANSEN, K. & LARSSON, T. B. (2006). *La emergencia de la sociedad del Bronce. Viajes, transmisiones y transformaciones.* Barcelona: Bellaterra.

LE ROUX, G., *et al*. (2004). Identifying the sources and timing of ancient and medieval atmospheric lead pollution in England using a peat profile from Lindow bog, Manchester. *Journal of Environmental Monitoring*. 6. 502-510.

MANTEIGA, A. (in press). Unha revisión sobre a circulación do metal na Idade do Bronce do Noroeste Peninsular, e as súas relacións co ámbito atlántico. *Anejos Herakleion*. I Xornadas de Novos Investigadores do Noroeste: Arqueoloxía e Territorio, Ourense, 2010. Madrid: CCHS, CSIC & CEFYP.

MARTÍNEZ CORTIZAS, A.; NOVOA, J.C.; PONTEVEDRA POMBAL, X.; GARCÍA-RODEJA, E. & LLANA, C. (1997). Paleocontaminación. Evidencias de contaminación atmosférica antrópica en Galicia durante los últimos 4000 años. *Gallaecia.* 16. 7-22.

MIGHALL, T. M.; ABRAHAMS, P. W.; GRATTAN, J. P.; HAYES, D.; TIMBERLAKE, S. & FORSYTH, S. (2002). Geochemical evidence for atmospheric pollution derived from prehistoric copper mining at Copa Hill, Cwmystwyth, mid-Wales, UK. *The Science of the Total Environment*. 292. 69-80.

MIGHALL, T. M.; TIMBERLAKE, S.; FOSTER, I. D. L.; KRUPP, E. & SINGH, S. (2009). Ancient copper and lead pollution records from a raised bog complex in Central Wales, UK. *Journal of Archaeological Science*. 36. 1504-1515.

MONNA, F.; GALOP, D.; CAROZZA, L.; TUAL, M.; BEYRIE, A.; MAREMBERT, F.; CHATEAU, C.; DOMINIK, J. & GROUSSET, F. E. (2004). Environmental impact of early Basque mining and smelting recorded in a high ash minerogenic peat deposit. *The Science of the Total Environment*. 327. 197-214.

MONTEAGUDO, L. (1954). Metalurgia hispana de la Edad del Bronce, con especial estudio de Galicia y Norte de Portugal. *Cesaraugusta*. 4. 55-95.

MONTEAGUDO, L. (1977). *Die Beile auf der Iberischen Halbinsel*. München: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Prähistorische Bronzefunde IX; Band 6).

MONTERO, I.; SANTOS, M.; ROVIRA, S.; RENZI, M.; MURILLO, M.; HUNT, M.; GENER, M. & CASTAÑER, P. (In press). Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio AC. *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*. Madrid: Asociación Española de Amigos de la Arqueología.

MUCKELROY, K. (1980). Two bronze age cargoes in British waters. *Antiquity*. 54. 100-109.

O'CONNOR, B. (1980). *Cross-channel relations in the later Bronze Age: relations between Britain, North-Eastern France, and the low countries during the later Bronze Age and the early Iron Age, with particular reference to the metalwork*. BAR. Oxford: Archaeopress.

PARCERO, C. & GONZÁLEZ, C. (In press). Los SIG y la gestión de la información arqueológica. In MAYORAL HERRERA, V. & CELESTINO PÉREZ, S. (eds.). *Sistemas de Información Geográfica y análisis arqueológico del territorio:* V Simposio Intrenacional de Arqueología de Mérida, Mérida, 2007. Mérida: Instituto de Arqueologia de Mérida. CSIC. [on-line]. <http://csic.academia.edu/CesarParceroOubi%C3%B1a/Papers/100107/Los_SIG_y_la_gestion_de_la_informacion_arqueologica>[1th April. 2011].

PENHALURICK, R. D. (1986). *Tin in Antiquity*. London: The Institute of metals.

PONTEVEDRA POMBAL, X.; NÓVOA-MUÑOZ, J.; RODRÍGUEZ-RACEDO, J.; GARCÍA-RODEJA, E.; MARTÍNEZ CORTIZAS, A. & MIGHALF, T. (2011). Prehistoric and historic anthropogenic contributions to atmospheric heavy metal (Ni, Zn, As, and Cd) deposition recorded in three ambotrophic peatlandas from NW Iberia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Elsevier.

ROHL, B. & NEEDHAM, S. (1998). *The circulation of metal in the British Bronze Age. The application of lead isotope analysis*. (Occasional paper, 102). London: British Museum Press.

ROUSSOT-LARROQUE, J. (1970). Le dépôt du Bronze final de La Rouillasse, à Soubise (Charente-Maritime). *Bulletin de la Société préhistorique française*. 67. 530-538.

ROVIRA, S. (2004). Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria Reciente de la Península Ibérica. *Norba*. 17. 9-40.

ROVIRA, S. (2007). Los depósitos del Bronce Final en la península Ibérica: una visión arqueometalúrgica. In CELÍS SÁNCHEZ, J. (coord.). *El hallazgo leonés de Valdevimbre y los depósitos del Bronce Final Atlántico en la Península Ibérica*. León: Junta de Castilla y León.

RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (ed.) (1995). *Ritos de paso y puntos de paso: La ría de Huelva en el mundo del Bronce Final Europeo*. Madrid: Complutum Extra.

SHOTYK, W., *et al*. (1998). History of atmospheric lead deposition since 12,370 14C yr BP recorded in a peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland. *Science*. 281. 1635-1640.

SIERRA, J.C. (1978). *Sobre la tecnología del Bronce Final en los talleres del Noroeste hispano.* Valladolid: Universidad de Valladolid (Studia Archaelogica, 47).

SUÁREZ, J. (2000). Las hachas de talón sin anillas y la introducción del Bronce Atlántico en el No Hispánico. *Boletín Auriense*. 30. 9-46.

TYSON, J. (2010). Bronze Age Wrecks Salcombe Site 'B' & Moor Sand. En South West Maritime Archaeological Group – History from the sea [on-line]. 28th International Shipwreck Conference – Plymouth, 6th February 2010. <http://www.swmag.org/presentation/IMASS+20100206 > [17th Jan. 2011].

VICENT, J. M.; MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.; LÓPEZ, J. A & DE ZAVALA, I. (2010). Impacto medioambiental de la minería y la metalurgia del cobre durante la Edad del Bronce en Kargaly (región de Orenburgo, Rusia). *Trabajos de Prehistoria.* 67(2). 511-544.

VILAÇA, R. (2006). Depósitos de Bronze do Território Português – Um debate em aberto. *O Arqueólogo Portugues*. 24. 9-150.

WARNER, R. ; MOLES, N. & CHAPMAN, R. (2010). Evidence for Early Bronze Age tin and gold extraction in the Mourne Mountains, County Down. *Journal of the Mining Heritage Trust of Ireland*. 10. 29-36.

WEST, S.; CHARMAN, J. & GRATTAN, J. P. (1997). Detection of prehistoric and historic smelting activity in southwest England using EDMA. Workshop on Peat Bog Archives of Atmospheric Metal Deposition, Berne, 1996. *Water, Air and soil pollution*. 100.

CHALLENGES AND PROSPECTS OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN BRONZE AGE HOARDS IN ATLANTIC EUROPE

Abstract: In recent years there has been an increase in the number of GIS studies dedicated to settlement analysis; however the examination of the Bronze hoarding phenomenon is still very limited. Most researchers have prioritized chronological, typological and archaeometrical approaches, with few landscape studies undertaken using GIS approaches. The local or regional character of published catalogues has restricted the analysis of hoard deposition and metal circulation in Atlantic Europe.

The aim of this paper is to review the categorization of Bronze Age metal deposits. We propose the establishment of analysis variables that will assist in considering hoards as contexts and their relationship to contemporary settlements, sources of metal ores and communication routes.

Keywords: Hoards, Atlantic Europe, Metal, Bronze Age, Geographical Information Systems.

Resumen: En los últimos años se ha incrementado el número de estudios dedicados al análisis del poblamiento mediante herramientas GIS. Sin embargo su aplicación al examen del fenómeno de los depósitos de la Edad del Bronce es todavía muy limitada. La mayoría de los autores han priorizado enfoques cronológicos, tipológicos o los estudios de carácter arqueométrico, El caracter local o regional de algunos de los catálogos publicados ha limitado el análisis de la deposición y circulación del metal en la Europa Atlántica.

El objetivo de este trabajo es una revisión de las categorías de análisis relacionadas con los depósitos metálicos de la Edad del Bronce. Proponemos el establecimiento de variables de análisis que permitan tratar los depósitos como contextos y su relación con los asentamientos contemporaneos, fuentes de mineral y rutas de comunicación.

Palabras clave: Depósitos, Europa Atlántica, Metal, Edad del Bronce, Sistemas de Información Geográfica.

O PAPEL SOCIAL DAS AMORTIZAÇÕES METÁLICAS NA ESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM DA IDADE DO BRONZE DO NOROESTE PORTUGUÊS: OS MONTES DA PENHA (GUIMARÃES) E DA SAIA (BARCELOS)

HUGO ALUAI SAMPAIO[1]

"*…we must therefore avoid saying that our body is in space, or in time. It inhabits space and time*". Maurice Merleau-Ponty (1962, p. 138-139)

"*Os depósitos não gozam de visibilidade, ainda que possam ser referenciados no espaço; e a sua invisibilidade não é impeditiva de terem sido manipulados num processo conceptual de transformação do espaço de construção de territórios, pois há muitas formas de apropriação do espaço*". Raquel Vilaça (2007, p. 25)

1. NOTA INTRODUTÓRIA

O presente texto foi escrito com plena consciência dos obstáculos existentes relativos ao estudo e à problemática interpretativa dos depósitos metálicos. Como afirma Raquel Vilaça (2007, p. 7) "*Não há, nem pode haver, sintonia nas explicações que têm sido propostas, pois a diversidade do fenómeno impede-o*".

Se por um lado são parcas ou inexistentes as informações relativas à maioria desses contextos, por outro, as "descobertas" aconteceram, invariavelmente, pela mão de cidadãos comuns (trabalhadores, proprietários de terrenos, etc.). Como tal, não tem sido possível perceber muitas das condições primárias em que se encontravam

[1] Doutorando da Universidade do Minho. Bolseiro da FCT. Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. hugoaluai@gmail.com.

este tipo de materialidades, pois delas restam apenas descrições orais tantas vezes ambíguas. É neste quadro que se inscrevem a maioria dos achados nos dois casos de estudo aqui analisados: os Montes da Penha e da Saia. Pese embora a pouca informação arqueográfica e arqueológica de que dispomos, acreditamos existirem variáveis metodológicas que podem contribuir para novas interpretações sobre alguns destes fenómenos e dos propósitos por detrás de tais acções. Estas passam por um estudo contextual das materialidades a diferentes escalas de análise e pela adopção de novas premissas teóricas.

Assim, não se pretende um estudo arqueográfico e meramente descritor de objectos metálicos – apesar dos méritos que lhes reconhecemos – mas antes uma análise da concentração anómala de certos achados em determinados contextos e o equacionar de hipóteses sobre os motivos culturais por detrás dessas concentrações e sobre o seu papel social na estruturação das paisagens da Idade do Bronze do vale do Ave.

Para tal, baseámo-nos em dois lugares que nos pareceram significativos: o Monte da Penha, em Guimarães, no curso médio do Ave, e o Monte da Saia, em Barcelos, no curso inferior desta bacia fluvial (Fig. 1). Se para o primeiro já tínhamos ensaiado algumas interpretações similares às aqui propostas (Sampaio *et al.*

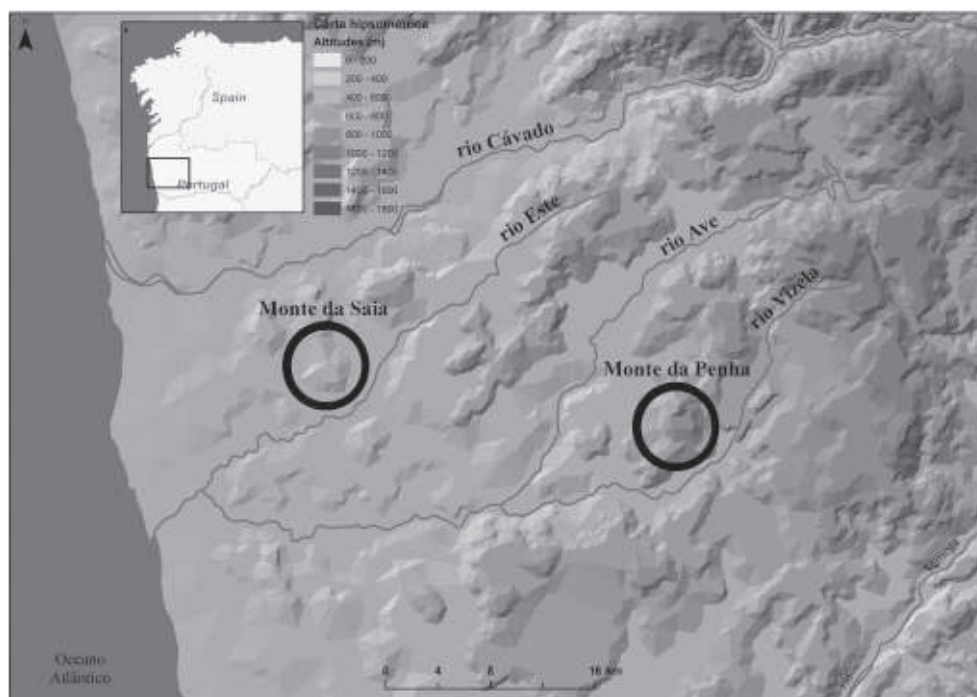



Figura 1. Localização dos Montes da Penha e da Saia no vale do Ave (mapa Luís Sousa).

2009), tornava-se necessário sujeitar o segundo às mesmas premissas teóricas e realizar um exercício comparativo entre eles.

2. METODOLOGIA

Para a consecução deste trabalho aplicámos duas escalas de análise distintas. Num primeiro momento abordámos os contextos de deposição das diferentes materialidades à micro-escala. Sempre que foi possível, mediante a leitura prévia das referências bibliográficas e a visita ao local, especificámos as suas condições de achado. Posteriormente, recorrendo a uma média-escala de análise, tentámos interpretar tais evidências no âmbito dos contextos físicos e arqueológicos mais alargados com que se associavam. Assim, tornou-se necessária a descrição de ambos os espaços a que os depósitos se vinculam, não apenas ao nível físico como também etnográfico, o que, na nossa perspectiva, traduz o impacto social que esses lugares parecem ter tido nas comunidades que com eles interagiram. Isto porque, para além das suas características físicas ímpares, neles estão ancoradas lendas e crenças relacionadas com a geologia e a hidrologia local e com os vestígios ancestrais de ocupação humana.

Enquanto linhas de orientação basilares de investigação adoptámos essencialmente cinco conceitos que passaremos a explicitar, sendo eles o de depósito/deposição, de materialidade, de paisagem, de espaço animado, de lugar e de rede de lugares.

Por depósito/deposição entendemos a acção intencional que culminou na amortização de objectos em determinados contextos, funcionando como "*potenciais instrumentos de (de)marcação simbólica e de sacralização do espaço por parte das comunidades*" (Vilaça 2007, p. 16), verdadeiras "*expressões materiais de actividades de importância comunal*" muitas vezes manifestadas "*de forma multipolar num espaço mais alargado*" (Vilaça 2007, p. 23-25).

O conceito de materialidade substitui o de "cultura material", tentando contrariar o pensamento moderno que tendencialmente separa a mente da matéria (Thomas 2004). Ao elegermos o termo materialidade partimos igualmente do pressuposto de que a matéria será um agente activo sobre a cultura e não apenas um seu reflexo. Resultando de quadros mentais mais complexos, entretanto perdidos, as materialidades actuam sobre diversas estratégias da prática social. O seu próprio significado relacionar-se-á mais com os contextos sociais em que se enquadram do que propriamente com as suas características formais e/ou funcionais. As materialidades resultam da agência humana no mundo e, facilitando as relações sociais, orientam a acção mediante um número de possíveis trajectórias traçadas pelas biografias de diferentes grupos de agentes (Barrett 2001), servindo a propa-

gação ou a refracção de valores, de necessidades, de expectativas, de percepções, de relações, etc., e incentivando a alteração, a construção e/ou a reconstrução do mundo simbólico que "habita" o mundo e, por extensão, os grupos humanos responsáveis pela sua "produção".

A separação categórica dos conceitos de natureza e de cultura resulta da crescente instrumentalização da razão iniciada com o Iluminismo (Thomas 2001), encontrando-se espelhada em muita da bibliografia da especialidade. Na tentativa de rejeitarmos essa cisão e seguindo Tim Ingold (2000), adoptámos o conceito de paisagem percebida como o somatório das características tidas como "naturais", isto é, o meio físico, com o resultado da agência humana no meio em que os grupos humanos habitam e com o qual se inter-relacionam quotidianamente. No entanto, como afirma J. Thomas (2001, p. 166), "*landscape is a singularly complex and difficult concept. The word as multiple meanings and its precise significance has shifted repeatedly in historic times*". Mais do que um mero "suporte" subsistencial, a paisagem é o entendimento que as comunidades vão conservando do mundo em que estão imersas, sendo caracteristicamente dinâmica. Não deveremos esquecer que percepcionamos e percebemos o mundo porque vivemos e estamos emaranhados nele, fazendo parte dele como ele é parte de nós (Tilley 2004).

Percebemos ainda a paisagem e o meio envolvente como animado, como a Antropologia e a Etnologia tantas vezes têm demonstrado. J. Thomas (2001, p. 175), analisando os estudos de H. Morphy (1995), de I.-M. Mulk (1994) e de C. Tilley (1994), sublinha como a paisagem é vista, por algumas comunidades, como "*in some sense animated and involved in a kind of reciprocity with human beings*". C. Tilley (2004, p. 18 e 20-21) menciona que o mundo é animado, vivo, activo, produto da interacção entre o corpo e as coisas que o rodeiam, onde todos somos "*animistas primitivos*" – algo tendencialmente esquecido pelo homem moderno. Deste modo, deveríamos pensar nos lugares e nas paisagens animisticamente, de forma análoga ao modo como pensamos as pessoas, isto é, como entidades que podem e fazem a diferença (Tilley 2004). Tal como referem J. Brück e M. Goodman (2001), as relações com a paisagem são muitas vezes expressas e mantidas através de mitos que investem os lugares com significados, o que os torna tanto numa fonte de metáfora para as relações sociais como uma manifestação física de cosmologias. As propriedades "admiráveis" do meio físico e a falta de explicações científicas para os fenómenos a que as comunidades assistiam poderiam aportar poderes especiais e narrativas que, passadas de geração em geração, personificariam um vasto sistema de crenças (Bradley 2000).

O conceito de lugar adoptado é o de J. Thomas (2001, p. 173), definido como algo "*revealed through people's habitual activities and interactions, through the closeness and affinity that they have developed for some locations (…) causing*

them to be remembered or incorporated into stories". Como sustentam S. Feld e K.H. Basso (1996) e R.M. Van Dyke e S. Alcock (2003), trata-se do resultado de agências e de celebrações, de histórias, de sentidos e de significados que, através de eventos passados e presentes, de relações e de emoções, permite às comunidades ganharem um sentido de lugar e criarem biografias de lugares (Dietler & Herbich 1993; Pollard 2001). O uso de lugares, situando e estruturando os movimentos dos grupos humanos, concedendo identidades aos ocupantes/frequentadores, às suas vidas, aos seus valores e às suas relações com outras pessoas e com outros lugares na paisagem (Ingold 1993), permite que mecanismos de memória e de comemoração desses mesmos lugares se tornem, por si só, relevantes. Os *loci* experenciados contribuem, assim, ao longo das "rotinas vividas", para a construção de uma rede de lugares de uso social, decisivas para a construção de identidades partilhadas e para a circulação das comunidades no espaço. Estes *loci* são frequentemente relembrados e incorporados em histórias e, por vezes, materializidados, como é o caso dos Montes da Penha e da Saia aqui estudados.

3. O MONTE DA PENHA

3.1. Caracterização física, ambiental e cultural

O Monte da Penha, que abarca as freguesias de Costa, a Noroeste; de Mesão Frio, a Norte; de Infantas, a nascente, e de S. Tomé de Abação e de Pinheiro, a Sul, situa-se no curso médio da bacia do rio Ave, entre o interflúvio dos rios Selho e Vizela, a Este da cidade de Guimarães, no distrito de Braga (Fig. 1 e 2). É uma elevação alongada no sentido Norte-Sul, com cerca de 5 km de comprimento, que atinge os 613 metros de altitude máxima e que se destaca entre as colinas e os montes circundantes. Refere M. Cardoso (1971, p. 240) que do "*alto da Penha (…)* [se obtém] *um panorama surpreendente sobre todo o giro do horizonte, divisando-se de ali, a oeste, uma fímbria do Atlântico (…) entre Esposende e Póvoa de Varzim*".

É constituído por rochas graníticas hercínicas onde predomina o "Granito de Guimarães", embora, ao longo da vertente Este, exista uma grande faixa de granodiorito porfiróide, orientado, biotítico, com grandes mega cristais de feldspato potássico e uma orla de metamorfismo de contacto incluindo corneanas (Fig. 2). A cerca de 10 km para Sudeste, em Santa Eulália de Margaride, a Norte de André, em Felgueiras, estão identificadas jazidas de estanho sobre a denominada Unidade de Vila Nune, de origem silúrica (C.G.P., fl. 9-B, esc. 1:50 000, 1986). Inúmeros afloramentos e uma diversidade granítica de várias escalas denunciam processos erosivos de meteorização que contribuíram para a formação de colinas e de for-

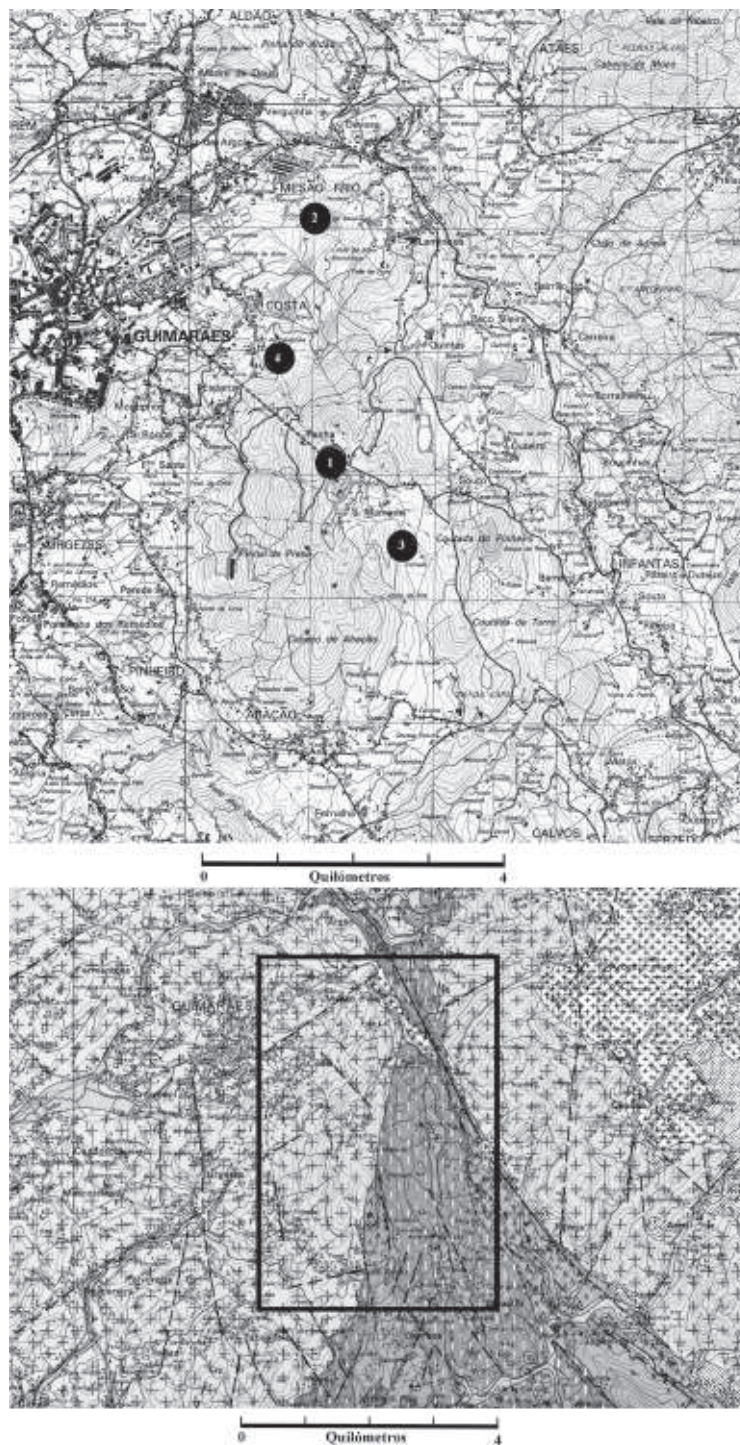



Figura 2.
Em cima, excerto de C.M.P., fl. 85, esc. 1:25 000, com a localização dos diferentes achados (a do nº 2 é aproximada). Em baixo, excerto de C.G.P., fl. 9-B, Guimarães, esc. 1:50 000. O rectângulo insere o Monte da Penha.

mas menores tipo domo, blocos e bolas de grande dimensão que, frequentemente associadas, afeiçoam abrigos naturais (Fig. 3). Diversos cursos de água e fontes conferem às suas vertentes um aspecto recortado.

A vegetação actual, constituída por espécies arbustivas e, em maior número, arbóreas, integra desde meados do século passado um processo controlado de reflorestação que incluiu espécies alóctones, remetendo a sua aparência granítica para segundo plano. A crescente importância religiosa, turística e lúdica, especialmente a partir de finais do século XX, colaborou para a desformatação "original" do monte, destacando-se a construção de acessos, de passeios, de saneamentos e de um parque de campismo.

A imaginária levou as comunidades a conferirem diversos sentidos e propriedades, por vezes sobrenaturais, a muitos *loci* por todo o monte, hoje perceptíveis por lendas, mitos e pela sua cristianização. É o caso do "*Penedo do Sino*" e do "*Penedo do Tambor*" (relacionados com sons, por vezes assustadores), do "*Penedo do Escrivão*" (que ninguém consegue partir), do "*Penedo dos Quartos*" (que teria pias escavadas), do "*Penedo que Abana*" (que está solto mas que não rola), das "mouras encantadas", dos "tesouros" e das águas que, à fractura de penedos, inundariam Guimarães. A transformação do local em espaço de culto cristão ocorreu, pelo menos, desde o séc. XVIII (1702), sendo diversas as arquitecturas e as práticas associadas a tal fenómeno (Barroso 2004).

Figura 3.
A natureza granítica da Penha a partir de um abrigo local (fonte: colecção privada *Lusapens* disponível em www.postaisportugal.canalblog.com).

3.2. Ocupação humana durante a Pré-História e a Proto-História

O tipo de materialidades encontradas na parte Oeste do Monte da Penha e os seus contextos de achado permitiram-nos considerar que o local foi frequentado desde, pelo menos, o Calcolítico, até provavelmente à Idade do Ferro, e que a maioria dos achados proviria de contextos fechados resultantes de actos que teriam culminado na deposição de artefactos de pedra, de cerâmica, de metal e, talvez, de cadáveres (Sampaio *et al.* 2009).

Ao Calcolítico, senão antes, pertencerão os objectos encontrados maioritariamente no interior de abrigos naturais de topo, essencialmente a Norte da plataforma ocidental do monte. Contam-se, entre estes: diversos machados de pedra polida; esferóides de granito; seixos rolados; um disco de granito perfurado no centro e gravado com um motivo radial; pontas de seta em sílex, em quartzito e em xisto, duas de base triangular e uma de base côncava; vasos cerâmicos com decorações incisas metopadas; uma lâmina em sílex; polidores; trituradores; fragmentos de pias e pedaços de hematite vermelha. Desta área genérica provêm, ainda, um fragmento de um recipiente cerâmico com motivo oculado e um outro de um vaso campaniforme de tipo pontilhado geométrico. Ambos pertencem a recipientes de grande valor simbólico e social normalmente manipulados e depositados no âmbito de actos e contextos de excepção (Bettencourt 2009).

Embora as escavações arqueológicas, realizadas nas imediações da igreja de Nossa Senhora da Penha, tenham identificado restos de um pavimento de argila endurecida, associado a cerâmicas de tipo Penha, datável de entre os inícios a meados do III a.C. (Bettencourt *et al.* 2003), a sua interpretação deverá relacionar-se com actividades de ar livre efectuadas a par das acções deposicionais em grutas, abrigos e penedos durante esse período (Sampaio *et al.* 2009).

Ao Calcolítico Final ou ao Bronze Inicial pertencerá um machado plano de cobre encontrado nas imediações da fonte de Santa Catarina (Fig. 2, nº 1) (Pina 1928), um gume de um outro machado plano de cobre, originário de uma plataforma na vertente média ou baixa do Monte da Penha, na freguesia de Mesão Frio (Cardoso 1960) (Fig. 2, nº 2) e um braçal de arqueiro, proveniente da plataforma superior do Monte da Penha mas de contexto impreciso (Cardoso 1971).

Os achados das Idades do Bronze Médio e Final parecem concentrar-se a Sul da plataforma superior, em fendas ou em abrigos graníticos, embora também surjam nas plataformas das várias vertentes deste monte (Sampaio *et al.* 2009). Talvez aos finais do Bronze Médio ou aos inícios do Bronze Final (segundo proposta de A. Coffyn 1985) se possa atribuir os dois machados de talão com uma argola (Cardoso 1950) e uma ponta de lança com aletas laterais (Fig. 2, nº 1), objectos estes encontrados, também, nas imediações da fonte de Santa Catarina (Pina 1928). Já

ao Bronze Final corresponderá um cinzel de alvado ou conteira, de origem imprecisa (Cardoso 1968), bem como os depósitos de artefactos metálicos da Pedreira da Pena, no lugar do Telhado, na freguesia de S. Tomé de Abação (Cardoso 1968) (Fig. 2, nº 3) e o da Cantonha, no lugar do Souto Escuro, na freguesia da Costa (Cardoso 1937) (Fig. 2, nº 4). O da Pedreira da Pena, identificado a cerca de 650 m a Su-Sudeste do monumento ao Pio IX, incluía duas pontas de lança de alvado (Fig. 4, nºs 1a e 1b) e uma taça carenada[2] (Fig 4., nº 1c), objectos encontrados em estreita relação com uma zona de grandes afloramentos (Cardoso 1971). Do interior de um dos alvados foi possível recuperar um resto de madeira carbonizada que permitiu uma datação por radiocarbono que situa o "achado" dentro do Bronze Final regional (Cardoso 1971), ou seja, entre os séculos XIII e X AC. O segundo depósito, identificado numa plataforma da vertente média, a Noroeste, e também entre a penedia, era composto por uma pequena "vasilha" de barro, três braceletes de ouro e, segundo a bibliografia, dois diademas (Cardoso 1937). Do

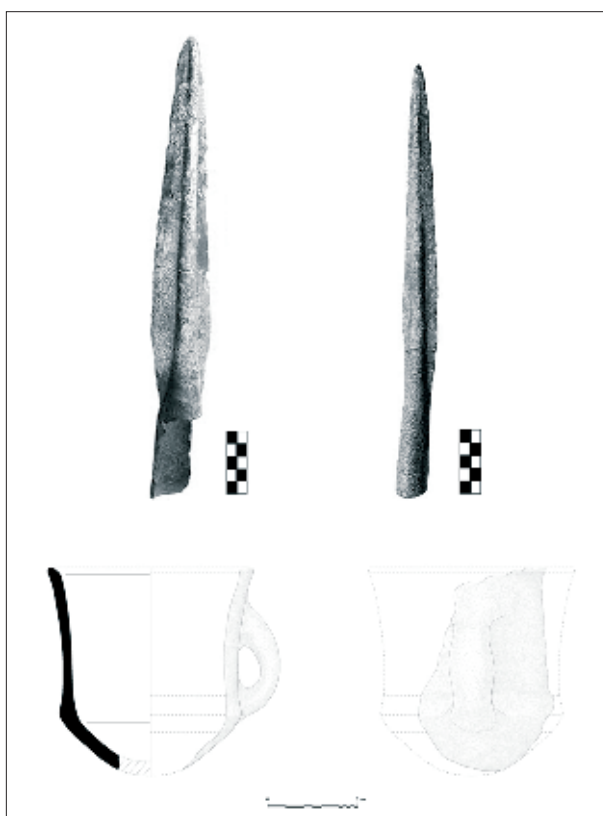



Figura 4.
O depósito da Pedreira da Pena:
1a e 1b – Pontas de lança de alvado;
1c – Taça carenada
(desenho: José Ribeiro).

[2] Forma 12 de Ana M. S. Bettencourt (1999).

conjunto apenas resta um bracelete, actualmente propriedade do Museu Nacional de Arqueologia (Lisboa).

Foram igualmente exumados, de contextos desconhecidos, diversos vasos em bom estado de conservação enquadráveis no Bronze Médio ou no Bronze Final: um vaso subcilíndrico, um púcaro, uma urna, um largo bordo horizontal e dois potes (formas 11, 10, 15, 13 e 5 de Bettencourt 1999, respectivamente), entre outros (Sampaio *et al.* 2009), em depósito no Museu da Sociedade Martins Sarmento, em Guimarães. Serão provenientes das escavações arqueológicas efectuadas por Mário Cardoso na área do actual Parque de Campismo da Penha, a Sul da capela de Santa Catarina? Infelizmente ainda não tivemos acesso aos originais do autor para tentar precisar tais contextos.

Sondagens arqueológicas realizadas junto à capela de Santa Catarina dataram de entre os sécs. XI e IX AC, ou seja, do Bronze Final, um lajeado coberto por saibro compactado, estrutura relacionada com escassos fragmentos cerâmicos (Bettencourt *et al.* 2003a) que, naturalmente, se deverão relacionar com as várias actividades desenvolvidas no monte durante este período.

Encontram-se no referido museu, ainda, um ou outro fragmento cerâmico e um vaso inteiro provenientes da Penha cujas características se enquadram na Idade do Ferro. Há, também, a referência do padre António Caldas ao aparecimento, junto ao monumento ao Pio IX, de "*objectos de ferro com feitio de armas*" (Sarmento 1888, p. 111).

4. O MONTE DA SAIA OU DE FRALÃES/ALTO DO LIVRAMENTO

4.1. Caracterização física, ambiental e cultural

O Monte da Saia é aqui considerado como uma unidade geomorfológica que contém os Montes de Fralães e da Feira, plataformas a cotas distintas que fazem parte da sua vertente nascente. No conjunto é um acidente orográfico que se ergue à altitude máxima de cerca de 300 metros, sobranceiro ao rio Este, situado entre as freguesias de Grimancelos, a Sul; de Chavão e Chorente, a Oeste; de Carvalhas a Norte e de Viatodos, a Este (Fig. 1 e 5). Destacando-se da restante envolvente do vale do Este, detém uma forma sensivelmente elíptica no sentido Noroeste--Sudeste, com cerca de 3 km. As suas condições topográficas conferem-lhe boa amplitude visual sobre o território circunvizinho, incluindo a plataforma litoral a Oeste. Dele brotam diversas fontes e cursos de água que engrossam os caudais dos rios Cávado e Este.

O Monte da Saia situa-se numa zona de contacto entre granitos hercínicos e rochas silúricas metamorfizadas (Fig. 5). No primeiro grupo o substrato rochoso

inclui granito porfiróide de grão muito grosseiro ou grosseiro, monzonítico, com predomínio de biotites, e granito não porfiróide de grão médio ou grosseiro, também conhecido como Granito de Gondifelos. No grupo das rochas metamorfizadas estão identificadas corneanas, xistos andaluziticos, granatiferos, luzentes, etc. (C.G.P., fl. 9-A, esc. 1:50 000, 1965).

Figura 5. Em cima, excerto de C.M.P., fls. 69 e 83, esc. 1:25 000, com a localização dos diferentes achados no Monte da Saia (a dos n.os 2 e 5 é aproximada). Em baixo, excerto de C.G.P., fl. 9-A, Póvoa de Varzim, esc. 1:50 000. O rectângulo insere o Monte da Saia.

São comuns os granitos aflorados sob a forma de bolas e blocos que, por vezes agrupados, formam fendas e abrigos (Fig. 6).

Jazidas primárias de estanho estão identificadas a menos de 6 km para Sul, no Monte da Anta de Cavalões, em Pedras Negras/Vilarinho das Cambas (Vila Nova de Famalicão).

O coberto vegetal actual, arbóreo, arbustivo e herbáceo, inclui pinheiros, sobreiros, castanheiros – com acentuado predomínio de eucaliptos –, tojos, urzes, giestas e fetos. Por ser muito denso impede a perfeita percepção da impressividade do caos granítico.

Pelo monte dispersam-se mitos e lendas relacionadas com mouros e bruxas: o "*Sino dos Mouros*" (sons provindos do topo do monte), a lenda da moura encantada (híbrido de mulher e de cobra cuja captura daria acesso a um enorme tesouro), a história da *Bruxa Maria Fidalga* (de cenário medieval e que inclui um abastado senhor e uma bruxa) e a *Fonte do Pegarinho*/Pegadinha (associada a águas com propriedades curativas e a uma pequena depressão na rocha que se diz pertencer à representação da pata do burro da santa) (Sarmento 1888). O Monte da Saia terá sido cristianizado, pelo menos, a partir da Idade Média já que, em frente à actual igreja matriz de Fralães, se erguia um templo românico que terá ruído nos inícios do século XX (Ferreira 1977).

Figura 6. Agrupamento de grandes blocos e bolas graníticas afloradas formando fendas.

4.2. Ocupação humana durante a Pré-História e a Proto-História

As materialidades permitem aferir que o local foi frequentado desde o Neo--Calcolítico até ao Bronze Final e períodos posteriores, embora no quadro de características distintas.

Durante o Neolítico[3] ou Calcolítico, consoante as interpretações para o início da Arte Atlântica do Noroeste, terá sido gravado um afloramento na vertente Noroeste do Monte da Saia conhecido como *Laje dos Sinai*s ou, segundo a etimologia popular, como *Monte do Olheiro* (Bettencourt 1999). Trata-se de um complexo de gravuras compósitas incluindo círculos concêntricos, alguns com apêndice radial, entre composições circulares mais complexas, covinhas, espirais e uma "*suástica de braços curvos*" (Coimbra 2004, p. 42), indiciando reutilização durante a Idade do Ferro (Fig. 5, nº 1 e Fig. 7, nº 3).

Ao Calcolítico Final ou ao Bronze Inicial corresponde um machado plano de tipo "Cabrales" (Harbison 1967, p. 118) oriundo de Viatodos, na plataforma baixa da vertente Este do Monte da Saia (Fig. 5, nº 2). A. M. S. Bettencourt (1999) questiona se este não poderá ter feito parte do eventual depósito de machados encontrado no Monte da Feira que J. Ferreira (1977, p. 13) localiza no "*Largo da Jabelinha*", hoje "*Largo da Isabelinha*".

Do Bronze Médio será o conjunto áureo encontrado numa grande fenda de um penedo, na Bouça da Tomadia da Mata, freguesia de Grimancelos na vertente Sul do Monte da Saia (Cardoso 1957). Este incluía "*Um fio que teria de diâmetro uns 3 milímetros, enrolado em hélice, o qual estendido atingiria uns 30 a 40 centímetros de comprimento*", um "*pedaço de tubo*" grosso, sem decoração e um bracelete (Cardoso 1957, p. 184) com decoração puncionada (Ruíz-Gálvez Priego 1984) (Fig. 5, nº 3 e Fig. 7, nº 2). Este conjunto talvez estivesse associado a cerâmica, como se pressupõe do texto de M. Cardoso (1957) e como A. M. S. Bettencourt (1999) havia inferido. Embora se pensasse ter escapado apenas o bracelete, recentemente foi descoberta uma espiral de ouro, no cofre do Museu da Sociedade Martins Sarmento, dada como proveniente deste local (Bettencourt 2009). Contudo, a descrição da peça em hélice referida por M. Cardoso não se coaduna com a espiral que, estendida, não atinge as medidas descritas por este autor. Assim, cabe perguntar se não teria ocorrido outro achado áureo no Monte da Saia, ainda por identificar.

---

[3] Segundo Lara Bacelar Alves (2009, p. 173) "*open air Atlantic Art's abstract imagery might have already been in use by the fourth millennium BC in north-west Iberia*". Outros autores recuam cronologicamente estas expressões, situando-as entre o Mesolítico e a Idade do Ferro (Anati 1968), ou consideram-nas mais recentes, enquadrando-as entre os finais do Calcolítico e inícios da Idade do Bronze (Peña Santos & Rey García 1993, Costa Goberna & Novoa Álvarez 1993) ou, apenas, durante a Idade do Bronze (Baptista 1995, Santos Estévez & Criado Boado 1998).

Ao Bronze Final corresponderá o depósito da Quinta da Fonte Velha/Viatodos, encontrado na freguesia de Viatodos, em 1904, "*no sopé do monte da Saia ou do Livramento*" (Fortes 1905, p. 110-11), "*debaixo dum grande penedo quase ao centro cinco palmos abaixo da crusta do solo*", ou seja, mais de 1 metro de profundidade (Fig. 5, nº 4), nas imediações do qual existia uma fonte. O conjunto continha 19 machados de talão de duplo anel, de composições ternárias com elevadas percentagens de chumbo e com diferenças morfológicas entre eles, alguns conservando o cone de fundição (Fig. 7, nº 1a), e 4 lingotes, dos quais 2 informes e 2 plano-convexos, com 1400 g e 1280 g (Fortes 1905) (Fig. 7, nº 1b). Estes objectos estariam associados a uma "panela" ou vasilha em barro entretanto desaparecida (Villas-Bôas 1948). Do Bronze Final será ainda um machado de alvado (Dinis 1993) (Fig. 5, nº 5) encontrado algures no topo do monte e associado a um povoado deste período[4].

Figura 7.
1a – Machados de talão do depósito da Fonte Velha (foto: Museu D. Diogo de Sousa, Braga);
1b – Lingote do depósito da Fonte Velha (foto: Beatriz Comendador Rey);
2 – Pulseira do depósito da Bouça da Tomadia da Mata (segundo Ana M. S. Bettencourt 2009);
3 – A *Laje dos Sinais* (segundo F. Coimbra 2004).

[4] Entre outros autores, P. Kalb (1980), A. Coffyn (1985), A. Dinis (1993), A. M. S. Bettencourt (1999), A. Silva & T. Maciel (2004) e A. Gonzáles Ruibal (2006/2007).

5. OS MONTES DA PENHA E DA SAIA NA ESTRUTURAÇÃO DA PAISAGEM DA IDADE DO BRONZE DO MÉDIO E BAIXO AVE

Tendo em conta os dados expostos e as premissas teóricas enunciadas, parece-nos possível apresentar algumas interpretações originais sobre os papéis sociais dos Montes da Penha e da Saia na rede de lugares existentes durante a Idade do Bronze.

Em primeiro lugar, não há evidências seguras da existência de povoados em ambos os locais. No caso do Monte da Penha, os trabalhos de prospecção e de escavação arqueológica não recolheram dados suficientes que confirmem tal asserção. Embora aí tenha sido possível identificar estruturas do Calcolítico e da Idade do Bronze Final, a diminuta quantidade de cerâmica e de líticos em associação não se coaduna com uma ocupação deste tipo (Sampaio *et al.* 2009). Quanto ao Monte da Saia, a falta de escavações arqueológicas não poderá suportar inquestionavelmente o pressuposto de que aí teria existido um povoado do Bronze Final apenas com base nos artefactos metálicos encontrados. Na verdade, do seu topo há descrições de estruturas pétreas de planta circular e de linhas de muralha e, na vertente Oeste, conhece-se um balneário (Torres 1876-1877; Sarmento 1970) e dois baixos-relevos em granito (Vasconcelos 1913), materialidades que se inserem na Idade do Ferro ou na Romanização. Além disto, há ainda a referência à desaparecida estátua do "guerreiro de Midões", também desta fase, que alguns autores (Almeida 1996; Alarcão 1998) consideram provir do Monte da Saia.

Excluída esta hipótese, há que tentar interpretar a presença destes grupos de objectos metálicos em ambos os lugares no quadro da bacia do médio e baixo Ave, quer ao nível dos seus micro-contextos de achado quer ao nível da interacção destes contextos com as características geomorfológicas, geológicas e hidrológicas de cada um dos montes. Deste modo e tendo em conta as premissas enunciadas neste trabalho; a raridade dos objectos encontrados; as matérias com que foram fabricados (cobre, estanho e ouro); o facto de alguns deles poderem associar-se a recipientes cerâmicos (Pedreira da Pena/Telhado; Cantonha; Quinta da Fonte Velha/Viatodos; Bouça da Tomadia da Mata) e os micro-contextos em que ocorreram, isto é, entre fendas, sob penedos, perto de fontes, etc., pensamos que podem ser interpretados como resultantes de actos de deposição intencionais em locais ocultos, ou seja, como **depósitos de carácter simbólico**. De destacar, também, o facto de alguns objectos metálicos não estarem acabados (a pulseira da Bouça da Tomadia da Mata[5] e os machados da Quinta da Fonte Velha/Viatodos[6]), o que inviabilizaria

[5] Que, aparentemente, "*fora cortada a golpes de cinzel pelo meio da série de pequenas circunferências*", sendo que "*o seccionamento não foi praticado em data recente, pois a patina da jóia é uniforme em toda a superfície*" (Cardoso 1959, p. 183).

[6] Nomeadamente, os cones e as rebarbas de fundição identificadas em alguns dos exemplares.

a sua utilização "prática" e constituiria um dado mais a favor da hipótese de terem sido fabricados, manipulados e amortizados como **símbolos**, no quadro de um universo ideológico que valorizaria o papel do metal e de determinados lugares relacionados com penedos e/ou com as águas. Assim, é provável que os restantes achados metálicos encontrados nestes montes, embora hoje descontextualizados em termos de micro-escala de análise, possam também ser oriundos de actos que culminaram em deposições intencionais em contextos fechados.

Do Monte da Penha são também provenientes diversos materiais líticos e cerâmicos, atribuíveis possivelmente ao Calcolítico/Bronze Inicial, cuja proveniência de contextos deposicionais, alguns deles funerários, já defendemos noutro trabalho (Sampaio *et al.* 2009). Curiosa é também a descoberta de diversos recipientes cerâmicos inteiros da Idade do Bronze que, pelo seu bom estado de conservação, permitiram associar a sua origem a contextos fechados (*idem*). A totalidade destes achados consente-nos uma segunda interpretação: a de que o Monte da Penha foi um "lugar" frequentado ciclicamente na longa duração e celebrado e/ou vivenciado através de deposições desde o Calcolítico até, pelo menos, ao Bronze Final (Sampaio *et al*. 2009). De igual modo, com base nos dados do Monte da Saia, ou seja, nas gravuras rupestres da Lage dos Sinais/Monte do Olheiro, de origem Neo-Calcolíticas e reinterpretadas, pelo menos, durante a Idade do Ferro, e nos depósitos metálicos do Calcolítico Final/Bronze Inicial, do Bronze Médio e do Bronze Final, este terá sido, também, um lugar simbolicamente activo na longa duração.

Partindo do pressuposto que as comunidades habitaram uma rede de lugares interconectados entre si mas com significados distintos (povoados, necrópoles, lugares de depósitos metálicos, lugares gravados, entre outros); que o espaço físico seria animado, sendo alguns lugares mais significantes do que outros; que os depósitos metálicos teriam um grande valor simbólico (pelas formas dos artefactos, pelas matérias-primas com que foram realizados e pelo processo de transformação tecnológica que implicaram) e que estes potenciariam ou alterariam os sentidos originários dos lugares onde seriam amortizados, os **Montes da Penha e da Saia teriam sido lugares comemorados através de cerimoniais de grande importância colectiva e simbólica para as populações que os frequentaram numa ampla diacronia, nomeadamente durante a Idade do Bronze**[7].

Tornados especiais no quadro de biografias experenciadas, sentidas, vividas e conhecidas pelas populações, seriam parte integrante de uma vasta paisagem

[7] A religiosidade destes montes é perceptível na memória folclórica e nas lendas ligadas à ressonância das rochas, às propriedades curativas ou destrutivas das águas, ao facto de serem lugares onde habitam seres imaginários ou transcendentes, como as bruxas e as santas, detentores de poderes supra-naturais e de serem, ainda hoje, lugares de grandes festividades religiosas.

repleta de significados, recorrente e diacronicamente interpretados e reinterpretados. Como tal, estes lugares poderão ter sido **determinantes na estruturação e organização da paisagem**, com reflexos na movimentação e na distribuição espacial dos grupos humanos. A intensa rede de povoamento da Idade do Bronze que se encontra nas suas imediações, e que se estuda no âmbito dos projectos em que se desenvolve este trabalho parece reforçar esta hipótese (cf., por exemplo, Sampaio & Bettencourt 2011). Tal justifica, também, que tivessem sido alvo de práticas que fomentassem o seu papel metafórico no âmbito da estruturação, da organização e da percepção que as comunidades tiveram do espaço com que interagiram. Por esse mesmo motivo, seria natural que fossem celebrados, ofertados e/ou reinterpretados através de diversas acções públicas.

Como refere R. Bradley (2009), será importante notar que muitos destes sítios foram identificados pelas populações por causa da sua aparência distinta, mesmo que essa aparência não seja (para o homem moderno) de fácil compreensão ou identificação. Nesta perspectiva, as duas unidades geomorfológicas apresentam características dignas de nota, já que se localizam em áreas de importantes "corredores naturais" de circulação e em lugares liminares. O Monte da Penha fica na confluência dos rios Selho e Vizela, enquanto o da Saia se situa no limite da plataforma litoral com as terras mais interiores. Ambos são visíveis a dezenas de quilómetros, fruto da sua proeminência, funcionando como verdadeiros marcos ou referências no espaço. Da mesma forma, deles se obtêm um amplo domínio visual sobre o território circunvizinho. Além disso, são lugares que encerram grande impressividade e dramatismo que a singularidade das suas geoformas graníticas e nascentes, brotando entre os caos de blocos, acentuam. De realçar, ainda, que nas suas proximidades poderiam ter existido áreas de captação de estanho de aluvião. Todas estas características poderão ter contribuído para que estes dois montes fossem lugares socialmente e colectivamente importantes na bacia do Ave, durante a Pré-história Recente e os inícios da Proto-História.

Será contudo pertinente levantar um grupo de questões ligadas com as acções inerentes à problemática dos depósitos da Idade do Bronze e que têm que ver com as relações de poder. Quem promoveria tais acções? Quais os parâmetros para a escolha dos locais precisos dos depósitos, dentro de um contexto mais abrangente? Quem calendarizaria, oficiaria e, por sua vez, assistiria a estes actos? E porque permaneceram estes locais inviolados? Trata-se, sem dúvida, de um fenómeno que parece espelhar bem a complexidade social das comunidades da Idade do Bronze.

AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado no âmbito dos projectos *A Idade do Bronze no vale do Ave* (IBVA 2008/1 (554) e *Espaços naturais, arquitecturas, arte rupestre e deposições na pré-história recente da fachada ocidental do centro-norte português: das acções aos significados – ENARDAS* (PTDC/HIS-ARQ/112983/2009), financiado pelo Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) e comparticipado pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, J. (1998). Ainda sobre a localização dos Populi do Conventus Bracaraugustanus. *Anales de de Arqueología Cordobesa*. 9. 51-57.

ALMEIDA, C. A. B. (1996*). Povoamento romano do litoral minhoto entre o Cávado e o Minho III. Inventário arqueológico do concelho de Barcelos*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Tese de Doutoramento.

ALVES, L. B. (2003). *The movement of signs. Post-glacial rock art in north-western Iberia*. Reading: University of Reading. Tese de Doutoramento.

ARMBRUSTER, B. & PARREIRA, R. (1993). *Inventário do Museu Nacional de Arqueologia. Colecção de Ourivesaria. Do Calcolítico à Idade do Bronze* (1º vol.). Lisboa: Secretaria do Estado da Cultura/ Instituto Português de Museus/Inventário do Património Cultural.

BAPTISTA, A. M. (1995). O santuário rupestre da Bouça do Colado. In *A Idade do Bronze em Portugal. Discursos do Poder*. Lisboa: IPM/MNA/Secretaria do Estado da Cultura. p. 97-98.

BARRETT, J. C. (2001). Agency, the duality of structure, and the problem of the archaeological record. In HODDER, I. (ed.). *Archaeological Theory Today*. Cambridge: Polity Press. p. 141-164.

BARROSO, P. (2004). *Romarias de Guimarães – património simbólico, religioso e popular*. Guimarães: NEPS/Universidade do Minho.

BETTENCOURT, A. M. S. (1999). *A Paisagem e o homem na bacia do Cávado durante o II e o I milénios AC*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Doutoramento. 3 vols.

BETTENCOURT, A. M. S. (2001). Aspectos da metalurgia do bronze durante a Proto-História do Entre Douro e Minho. *Arqueologia.* 26. 13-40.

BETTENCOURT, A. M. S. (2008). Life and death in the Bronze Age of the NW Iberian Peninsula. In FAHLANDER, F. & OESTIGAARD, T. (eds.). *The Materiality of Death-Bodies, Burials, Beliefs*. BAR International Series 1768. Oxford: Archeopress. p. 99-104.

BETTENCOURT, A. M. S. (2009). A Pré-História do Minho: do Neolítico à Idade do Bronze. In PEREIRA, P. (coord.). *Minho.Traços de Identidade*. Braga: Conselho Cultural da Universidade do Minho. p. 70-113.

BETTENCOURT, A. M. S. (2011). Estruturas e práticas funerárias do Bronze Inicial e Médio do Noroeste Peninsular. In BUENO, P.; GILMAN, A.; MARTÍN MORALES, C. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. (eds.). *Arqueología, Sociedad, Territorio y Paisaje. Estudios sobre Prehistoria Reciente, Protohistoria y Transición al Mundo Romano en Homenaje a Mª Dolores Fernández Posse.* Bibliotheca Praehistorica Hispana (BPH) XXVII. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Historia. p. 115-139.

BETTENCOURT, A. M. S.; DINIS, A.; CRUZ, C. & SILVA, I. S. (2003a). A estação arqueológica da Idade do Bronze de Santa Catarina, Guimarães (Norte de Portugal). Resultado dos trabalhos arqueológicos de 2002. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia.* 43(3-4). 163-179.

BETTENCOURT, A. M. S.; DINIS, A. & SILVA, I. S. (2003b). A estação arqueológica de Nossa Senhora da Penha, Guimarães (Norte de Portugal): notícia preliminar das escavações de 2002. *Trabalhos Antropologia Etnologia.* 43(3-4). 137-162.

BETTENCOURT, A. M. S. & DINIS, A. (2009). A Arte Atlântica do Crastoeiro (Norte de Portugal): contextos e significados. *Gallaecia.* 28. 41-47.

BRADLEY, R. (2000). *An Archaeology of Natural Places.* London and New York: Routledge.

BRADLEY, R. (2009). Dead Stone and Living Rock. In O'CONNOR, B.; COONEY, G. & CHAPMAN, J. (eds.). *Materialitas. Working Stone, Carving Identity*. Prehistoric Society Research Paper 3. p. 1-8.

BRÜCK, J. & GOODMAN, M. (2001). Introduction: themes for a critical archaeology of prehistoric settlement. In BRÜCK, J. & GOODMAN, M. (eds.). *Making Places in Prehistoric World*. London: UCL Press. p. 1-19.

CARDOSO, M. (1937). Um crime de lesa-arte. *Revista de Guimarães.* 47(1-2). 87-94.

CARDOSO, M. (1950). Museu. *Revista de Guimarães.* 60(1-2). 337.

CARDOSO, M. (1951). Monumentos Arqueológicos da Sociedade Martins Sarmento. *Revista de Guimarães.* 61(1-2). 5-80.

CARDOSO, M. (1957). Notícia de uma jóia antiga adquirida pelo Museu de "Martins Sarmento". *Revista de Guimarães.* 67(1-2). 179-184.

CARDOSO, M. (1958). Museu. *Revista de Guimarães*. 68(3-4). 568.

CARDOSO, M. (1960). Breves observações a propósito das análises espectrográficas de alguns instrumentos metálicos da Idade do Bronze, pertencentes ao Museu de "Martins Sarmento". *Revista de Guimarães.* 70(1-2). 169-184.

CARDOSO, M. (1968). Novo achado da Idade do Bronze na estação arqueológica da Penha (Guimarães). *Revista de Guimarães.* 78(3-4). 273-281.

CARDOSO, M. (1971). A estação pré-histórica da serra da Penha (Guimarães). In *Actas do II.º Congresso Nacional de Arqueologia.* 1. p. 239-268.

COFFYN, A. (1983). La fin de l'Âge du Bronze dans le centre-Portugal. *O Arqueólogo Português.* 1 (4ª Série). 169-196.

COFFYN, A. (1985). *Le Bronze Final Atlantique dans la Péninsule Ibrérique*. Bordeaux: Université de Bordeaux III.

COIMBRA, F. (2004). Arte rupestre do concelho de Barcelos (Portugal). Subsídios para o seu estudo. *Anuario Brigantino.* 27. 38-70.

COMENDADOR REY, B. (1998). *Los inicios de la metalurgia en el Noroeste de la Península Ibérica*. Brigantium 11. A Coruña: Museu Arqueolóxico e Histórico Castelo de San Antón.

CORTEZ, R. (1946). *Machados e outros objectos de bronze*. Porto: Museu Nacional Soares dos Reis.

COSTAS GOBERNA, J. & NOVOA ÁLVAREZ, P. (1993). *Los grabados rupestres de Galicia*. Monografías do Museu Arqueolóxico e Histórico de A Coruña – 6. A Coruña.

DINIS, A. (1993). *Ordenamento do território no Baixo Ave no 1.º milénio a.C.*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado.

DIETLER, M. & HERBICH, I. (1993). Living on Luo Time: Reckoning Sequence, Duration, History and Biography in a Rural African Society. *World ArchaeoIogy.* 25. 248-260.

FELD, S. & BASSO, K. H. (1996). *Senses of Place*. Santa Fe, New Mexico: School of American Research Press.

FERREIRA, J. (1977). O Monte d'Assaia. *Arqueologia e História*. Barcelos: Clube Rotário de Barcelos.

FORTES, J. (1905). Thesouro de Viatodos – Da idade do Bronze. *Portugalia.* 2. 110-111.

GONZÁLEZ RUIBAL, A. (2006/2007). *Galaicos. Poder y comunidade en el Noroeste de la Península ibérica (1200 a.C. – 50 d.C.).* Tomo I. Brigantium 18. A Coruña: Boletín do Museo Arqueolóxico e Histórico da Coruña.

HARBINSON, P. (1967). Mediterranean and atlantic elements in Early Bronze Age of Northern Portugal and Galicia. *Madrider Mitteilungen.* 8. 100-122.

HARTMANN, A. (1971). Análises de alguns objectos pré-históricos de ouro, procedentes do Norte de Portugal. *Revista de Guimarães.* 81(1-2). 129-132.

HARTMANN (1982). *Prähistorische goldfunde aus Europa II*. Berlim: Gebr. Mann Verlag.

INGOLD, T. (1993). The Temporality of the Landscape. *World Archaeology.* 25(2). 24-174.

INGOLD, T. (2000). *The Perception of the Environment: Essays in Livelihood, Dwelling and Skill*. London: Routledge.

JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E. & SCHRÖDER, M. (1968). *Kupfer und Bronze in den frühen Metallzeit Europas, Die Materialgruppen beim Stand von 12000 Analysen* II. SAM 2. Berlin.

KALB, P. (1980). Zur Atlantischen Bronzezeit in Portugal. *Germania.* 58. 25-115.

MERLEAU-PONTY, M. ([1945] 1962). *Phenomenology of Perception*. Routledge & Kegan Paul.

MONTEAGUDO, L. (1977). *Prähistorische bronzefunde. Die Beile auf der Iberischen Halbinsel*. Universidade de Santiago de Compostela.

NUNES, H. B. (1994). *Obras de Mário Cardoso* (Volume I). Porto: Fundação Engenheiro António Almeida.

PEÑA SANTOS, A. & REY GARCÍA, J. M. (1993). El espacio de la representación. El arte rupestre galaico desde una perspectiva territorial. *Revista de Estudos Provinciais.* 10. 12-50.

PINA, J. L. (1928). A Penha eneolítica. *Revista de Guimarães.* 38(3-4). 135-138.

POLLARD, J. (2001). These places have their moments': thoughts on settlement practices in the British Neolithic. In BRÜCK, J. & GOODMAN, M. (eds.). *Making Places in Prehistoric World*. London: UCL Press. p. 76-93.

RUÍZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (1984). *La Península Ibérica y sus relaciones con el círculo cultural atlántico.* Madrid: Universidad Complutense. 2 vols.

SAMPAIO, H. A.; BETTENCOURT, A. M. S. & ALVES, M. I. C. (2009). O Monte da Penha, Guimarães, como cenário de acções de incorporação e de comemoração do espaço na Pré-história da bacia do Ave. In BETTENCOURT, A. M. S. & ALVES, L. B. (eds). *Dos Montes, das pedras e das águas. Formas de interacção com o espaço natural da pré-história à actualidade*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 55-76.

SAMPAIO, H. A. S. & BETTENCOURT, A. M. S. (2011). Produção e práticas metalúrgicas da Idade do Bronze no Noroeste português: o sítio do Pego, Braga. In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I. F. P. & CARVALHO, J. (coord.). *Povoamento e exploração dos recursos mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 391-407.

SANTOS ESTÉVEZ, M. & CRIADO BOADO, F. (1998). Espacios rupestres: del panel al paisaje. *Arqueologia Espacial.* 19-20. Teruel. 579-595.

SARMENTO, F. M. (1895). Materiaes para a archeologia da comarca de Barcelos. *Revista de Sciências Naturaes e sociaes. 3.* 193-194.

SARMENTO, F. M. (1888). Materiais para a arqueologia do concelho de Guimarães. *Revista de Guimarães.* 5(3). 109-121.

SARMENTO, F. M. (1970). Antiqua. *Revista de Guimarães.* 80(1-2). 11-72.

SARMENTO, F. M. (1999). *Antiqua*. Guimarães: Sociedade Martins Sarmento.

SAVORY, A. (1951). A Idade do Bronze Atlântico no Sudoeste da Europa. *Revista de Guimarães.* 61(3-4). 323-377.

S/A (1932). Boletim. Extractos e Resumos das Actas das Sessões. *Revista de Guimarães.* 42(1-2). 120.

SILVA, A. C. F. & MACIEL, T. (2004). Balneários castrejos do Noroeste peninsular. Notícia de um novo monumento do Castro de Roques. *Portugalia.* 25. Nova Série. 115-131.

THOMAS, J. (2001). Archaeologies of place and landscape. In HODDER, I. (ed.). *Archaeological Theory Today*. Cambridge: Polity Press. p. 165-186.

THOMAS, J. (2004). *Archaeology and Modernity.* London and New York: Routledge.

TILLEY, C. (2004). *The Materiality of Stone*. Oxford.

TORRES, J. (1876). As ruínas existentes no Monte da Saia. *Comércio do Lima*. 52 (22/11/1876).

TORRES, J. (1877). As ruínas existentes no Monte da Saia. *Comércio do Lima*. 59 (10/01/1877).

VASCONCELOS, J. L. (1913). *Religiões da Lusitânia.* 3. Lisboa. p. 510-512.

VAN DYKE, R. M. & ALCOCK, S. (2003). Archaeologies of Memory: an introduction. In VAN DYKE, R. M. & ALCOCK, S. E. (eds.). *Archaeologies of Memory*. Oxford: Blackwell. p. 1-13.

VILAÇA, R. (2007). *Depósitos de bronze do território português. Um debate em aberto*. Conimbriga, Anexos 5. Coimbra: Instituto de Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

VILLAS-BÔAS, J. S. (1948). Um machado de bronze. *Boletim do Grupo de Alacides de Faria*. 1(1). 13-19.

Resumo: O presente artigo interpreta, à vista de novas premissas, o papel social que poderão ter desempenhado as deposições ou amortizações de objectos metálicos em lugares como o Monte da Penha (Guimarães) e o Monte da Saia (Barcelos) e que importâncias poderão ter tido estes lugares nas paisagens da Idade do Bronze.

Entende-se "paisagem" como palco e produto da agência humana que continuamente cria e recria lugares, algo complexo e imbuído de acentuada dinâmica (Ingold 2000; Barrett 2001), e aceita-se "lugar" como todo o sítio resultante da acção de memórias e de outras práticas que incute nas comunidades que com ele contactam um sentido de pertença, tornando-o num espaço de significados de grande importância social (Van Dyke & Alcock 2003). Paisagem será uma rede de lugares relacionados revelada por actividades e interacções quotidianas e pela afinidade por determinados locais desenvolvida através de eventos marcantes, levando à sua incorporação em memórias e histórias (Thomas 2001, p. 173).

A partir destas premissas e da análise das amortizações metálicas em interacção com aqueles dois lugares, coloca-se a hipótese de que os depósitos sejam a materialização de determinadas acções sociais, dentro de quadros de integração e de ordenação simbólica comunitária, no mundo em que estas se imergem, celebrando ou incorporando "lugares". Tal, aliás, já foi defendido para o Monte da Penha (Sampaio *et al.* 2009), onde acções de carácter excepcional, como a deposição de objectos metálicos em cobre, em bronze e em ouro, entre outros, poderiam corporalizar um lugar de grande importância colectiva na paisagem da Idade do Bronze da bacia do Ave, indiciando a sua dissimulação actos de incorporação do mundo circundante, no âmbito de processos de construção e reinterpretação de memórias colectivas ancestrais.

Este tipo de interpretação aloca complexidade aos lugares vividos, experenciados e percepcionados durante a Idade do Bronze, para além das tradicionais classificações taxonómicas de povoados e depósitos: "*Personal and group identity, moral order, and social organization are all embedded in human relationships with the land*" (Thomas 2001, p. 176).

Palavras-chave: Idade do Bronze, Montes da Penha e da Saia, Materialidades, Amortizações metálicas, Lugares de grande significação colectiva.

Abstract: Based on new assumptions, this article interprets the social role that depositions of metallic objects may have had in places like Penha's Mount (Guimarães) and Saia's Mount (Barcelos). Also, we try to perceive the importance that these places have had in the Bronze Age landscapes. We understand "landscape" as a stage and as product of human agency which continuously creates and recreates places (Ingold 2000; Barrett 2001), something complex and imbued with strong dynamics, and "place" as any site which, due to the action of memories and other practices, inculcates in the communities a sense of belonging, rendering it in a spot of great social significances (Van Dyke & Alcock 2003). Landscape will be a "*network of related places*" revealed by quotidian interactions and activities and by certain locals affinity developed through marking events, leading to its incorporation in memories and stories (Thomas 2001, p. 173).

From these assumptions and from the analysis of the metallic amortizations in interaction with those two places, it is raised the hypothesis that the hoards may materialize certain social actions. Such actions, within frames of integration and communal symbolic order in the world in which communities are immersed, may have served the celebration or the incorporation of "places". This has been already defended to the Penha's Mount (Sampaio *et al.* 2009), where some exceptional actions, such as the deposition of copper, bronze and gold objects, could had embodied a place of collective importance in the Bronze Age landscape

of Ave's basin. Here, the objects concealment indicates incorporative acts of the surrounding world, within construction and reinterpretation processes of ancient collective memories. This type of interpretation assignes complexity to places lived, experienced and perceived during the Bronze Age, beyond the taxonomic classifications of settlement or hoards traditionally equated: "*Personal and group identity, moral order, and social organization are all embedded in human relationships with the land*" (Thomas 2001, p. 176).

Key-words: Bronze Age, Penha's and Saia's Mounts, Metallic amortizations, Materialities, Places of collective significance.

LE PROGRAMME MINEDOR. CARACTÉRISATION ARCHÉOLOGIQUE ET PALÉOENVIRONNEMENTALE DES MINES D'OR ARVERNES DE HAUTE-COMBRAILLE (AUVERGNE, FRANCE)

FRÉDÉRIC TRÉMENT[1]
En collaboration avec JACQUELINE ARGANT[2],
ELISE BRÉMON[3], HERVÉ CUBIZOLLE[4],
BERTRAND DOUSTEYSSIER[5], JOSÉ ANTONIO LÓPEZ-SÁEZ[6],
GUY MASSOUNIE[7], PIERRE RIGAUD[8] e ALAIN VERON[9]

1. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Les Arvernes sont, durant le Second Age du Fer, l'un des peuples les plus puissants de la Gaule. Cette puissance, ils la doivent à leur position centrale, au cœur du Massif Central, ainsi qu'à leur richesse, tirée notamment d'une agriculture florissante et de l'exploitation minière. On sait par les textes que cette puissance

[1] Coordinateur du programme MINEDOR. Clermont-Université, Université Blaise Pascal. Centre d'Histoire «Espaces et Cultures» (CHEC - EA 1001). Maison des Sciences de l'Homme. Clermont-Ferrand. frederic.trement@wanadoo.fr

[2] Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique (LAMPEA - UMR 7269). Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme. Aix-en-Provence. j.argant@wanadoo.fr

[3] Clermont-Université, Université Blaise Pascal. Centre d'Histoire «Espaces et Cultures» (CHEC - EA 1001). Maison des Sciences de l'Homme. Clermont-Ferrand. e_lisou@hotmail.fr

[4] Université Jean Monnet - Saint-Etienne. Image, Société, Territoire, Homme, Mémoire, Environnement (EVS - ISTHME - UMR 5600 CNRS). Saint-Etienne. herve.cubizolle@univ-st-etienne.fr

[5] Clermont-Université, Université Blaise Pascal. Centre d'Histoire «Espaces et Cultures» (CHEC - EA 1001). Maison des Sciences de l'Homme. Clermont-Ferrand. bertrand.dousteyssier@univ-bpclermont.fr

[6] Laboratorio de Arqueobotánica, CEH, CSIC, Madrid. cehl149@ceh.csic.es

[7] Clermont-Université, Université Blaise Pascal. Centre d'Histoire «Espaces et Cultures» (CHEC - EA 1001). Maison des Sciences de l'Homme. Clermont-Ferrand. guy.massounie@wanadoo.fr

[8] Centre Ernest-Babelon. Institut de Recherches sur les Archéomatériaux (IRAMAT - UMR 5060 CNRS). Orléans. rigaud@cnrs-orleans.fr

[9] Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE - UMR 7330 CNRS). Aix-en-Provence. veron@cerege.fr

se traduit par une diplomatie très active en Gaule centrale et méditerranéenne, et par l'influence exercée sur les peuples du sud du Massif Central (Trément dir. 2002; Trément *et al.* 2007; Trément 2010a). Cette "mainmise" sur les Vellaves, les Gabales, les Rutènes et les Cadurques permet aux Arvernes de contrôler d'importantes ressources minières, en particulier d'argent (Strabon, *Géographie*, IV, 2, 2-3). Elle les met également en contact direct avec la Gaule Transalpine, qui passe dans l'orbite romaine au IIe s. av. J.-C.

L'un des apports majeurs des recherches conduites au cours des quinze dernières années est d'avoir mis en évidence le rôle crucial joué par la plaine de la Limagne dans l'organisation du territoire des Arvernes à partir du IIIe s. av. J.-C. Cette plaine concentre en effet les sites majeurs de la fin de l'Age du Fer, puis le chef-lieu de cité de l'époque romaine, *Augustonemetum* (Trément 2009). Les prospections systématiques et les études paléoenvironnementales confirment qu'il s'agit d'une des régions les plus densément peuplées et exploitées des Gaules à la fin de l'Age du Fer et à l'époque romaine (Trément 2010a; b; sous presse). Enfin, c'est dans cette même plaine que se développe le vaste complexe potier de Lezoux, ainsi que de nombreux ateliers de production de céramique dits "de Gaule centrale".

On a donc l'image, entre le IIIe s. av. J.-C. et le IIIe s. ap. J.-C. au moins, d'une grande prospérité économique, qui se concrétise, après la conquête romaine, par des réalisations exceptionnelles comme le temple de Mercure au sommet du puy de Dôme ou encore, selon Pline l'Ancien (*Histoire Naturelle*, XXXIV, 18, 45-47), la commande passée par les Arvernes au plus grand sculpteur grec de l'époque, Zénodore, d'une statue colossale figurant ce même dieu.

Dans ce contexte de peuplement dense et d'intense mise en valeur se pose la question de la place des montagnes périphériques dans le système économique régional (Trément 2010a; b; sous presse). Cette question est fondamentale à plus d'un titre:

- la moyenne montagne couvre en effet la majeure partie du territoire arverne;
- elle borde de toute part la plaine de la Limagne et est directement en contact avec elle;
- enfin, ces massifs montagneux étaient susceptibles de fournir en quantité des ressources essentielles aux habitants de la plaine. C'est le cas tout particulièrement des ressources minières, dont il sera question ici.

Pour aborder la question de l'intégration des massifs montagneux dans l'économie du territoire arverne, onze "fenêtres" ont été ouvertes en différents points de la cité (Trément 2010a; sous presse). L'objectif est de comparer les dynamiques de l'occupation du sol sur la base de protocoles communs d'acquisition des données archéologiques et paléoenvironnementales. Cette démarche, qui en est encore à un

stade préliminaire, montre que certains secteurs ont fait l'objet d'un développement économique remarquable, notamment au Haut-Empire, en lien avec la proximité de grands axes routiers.

C'est le cas en Haute-Combraille, une région de hauts plateaux localisée à la périphérie occidentale du territoire, où les prospections réalisées par Guy Massounie (en cours) dans le cadre d'une thèse ont mis en lumière une densité inattendue de sites occupés aux deux premiers siècles de notre ère (Fig. 1). Ce résultat infirme l'idée selon laquelle ce secteur de confins était un désert archéologique. La méthodologie mise en œuvre par Guy Massounie combine enquête orale, prospection des

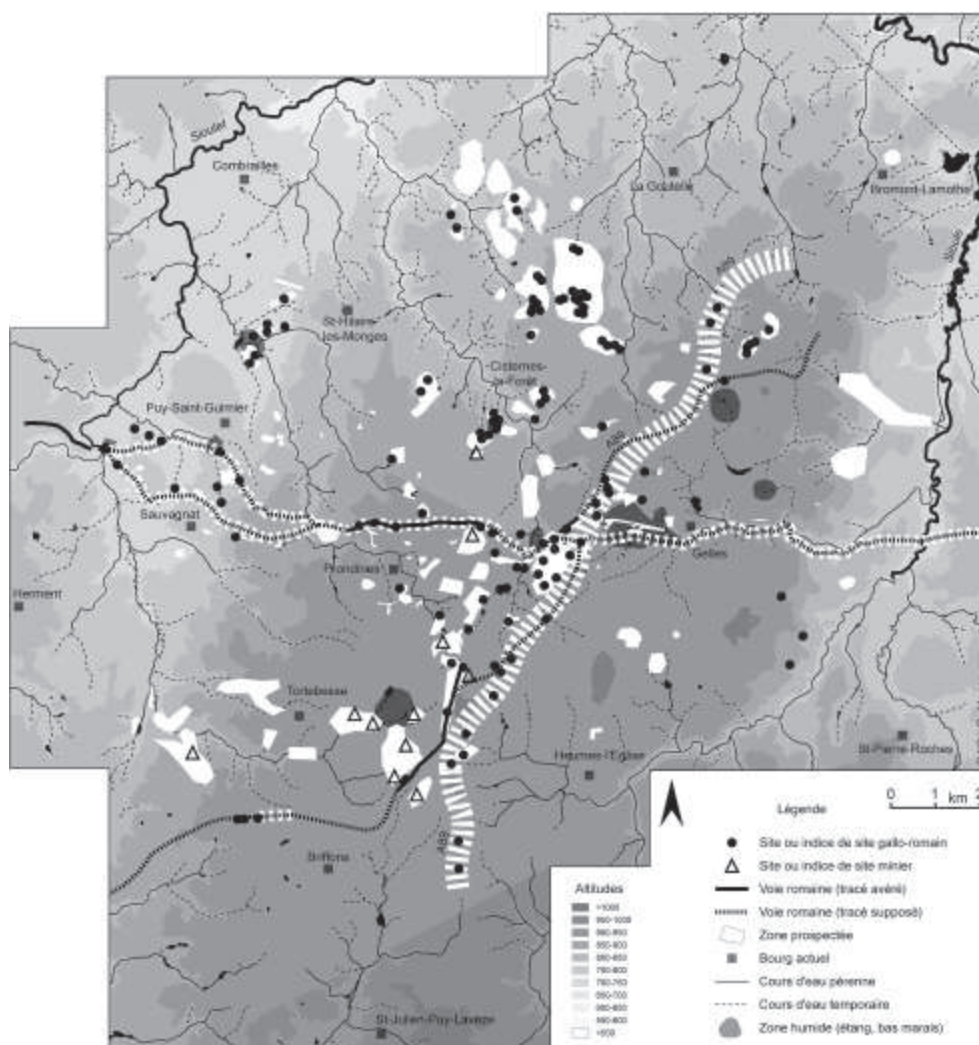



Figure 1. L'occupation du sol en Haute-Combraille au Haut-Empire (d'après Massounie en cours).

rares parcelles labourées, recherche d'anomalies topographiques, suivi de travaux agricoles, en particulier ceux liés au remembrement consécutif à l'aménagement de l'autoroute A89. Le suivi des travaux de l'autoroute et l'inspection des déblais ont été également très fructueux.

Ces prospections, complétées par des sondages, ont permis de préciser le tracé de deux voies romaines majeures (Dacko en cours): la voie d'Agrippa qui relie Lyon et Saintes, et la voie Burdigalaise qui s'en détache en direction du Sud-Ouest.

Les établissements d'époque romaine sont nombreux le long de ces voies, particulièrement à leur intersection, mais également à une distance relativement élevée (5 ou 6 km). La caractérisation de cet habitat est encore difficile, faute de fouilles ou même de labours. Certaines concentrations particulièrement denses suggèrent la présence d'agglomérations. Mais les données de prospection et surtout la fouille préventive réalisée à Prondines, sur le tracé de l'A89, montrent également la présence de *villae*.

Comment expliquer ce phénomène de développement? Est-ce un phénomène localisé ou bien le signe d'un développement plus général de la moyenne montagne?

Le fouilleur de la *villa* de Puy-Gilbert à Prondines, André Rebiscoul (2005), a envisagé que cet établissement puisse être lié à l'exploitation de l'or, en se fondant sur la proximité d'un réservoir relié à un système d'adduction et d'écoulement, qu'il interprète comme une laverie. En effet, ce secteur est connu pour ses potentialités aurifères, mais aussi argentifères.

Nous avons donc entrepris de suivre cette piste pour tester l'hypothèse d'un lien entre le phénomène de développement observé aux deux premiers siècles de notre ère et une éventuelle exploitation minière. De fait, les prospections conduites depuis une quinzaine d'années dans cette région (Rigaud 1998; Rigaud & Bouyer 1995; Cauuet 1999; Massounie en cours) ont mis en évidence la présence d'innombrables vestiges d'extraction aurifère, passés jusque là inaperçus du fait de l'état du couvert végétal (dominé par les forêts et les prairies) et du manque d'investissement archéologique dans cette zone éloignée des pôles de développement et de recherche (Fig. 2). Des vestiges similaires sont présents dans le territoire des Lémovices (Limousin), où les recherches de Béatrice Cauuet permettent de les attribuer à l'époque gauloise (Cauuet 2007). Cette datation "haute" illustre et justifie l'idée dominante, chez les historiens de l'Antiquité, selon laquelle l'exploitation des mines d'or gauloises du Massif Central et des Alpes aurait cessé au début de notre ère, après la conquête romaine, en lien avec l'ouverture par Auguste des énormes mines impériales du Nord-Ouest de la péninsule ibérique (Domergue 2008). Or les recherches en cours sur les dynamiques de peuplement dans la Haute-Combraille obligent à discuter ce point de vue.

Il s'agit là d'une question essentielle de l'historiographie romaine, mais également, pour mieux comprendre les fondements socio-économiques de la prospérité et de la puissance des Arvernes à la fin de l'Age du Fer et à l'époque romaine. En effet, des zones considérées comme marginales de nos jours ont pu constituer des foyers de développement importants à certaines époques (les géographes parlent de "marges intégrées") (Trément 2010a, 2010b, sous presse; Trément & Carvalho sous presse).

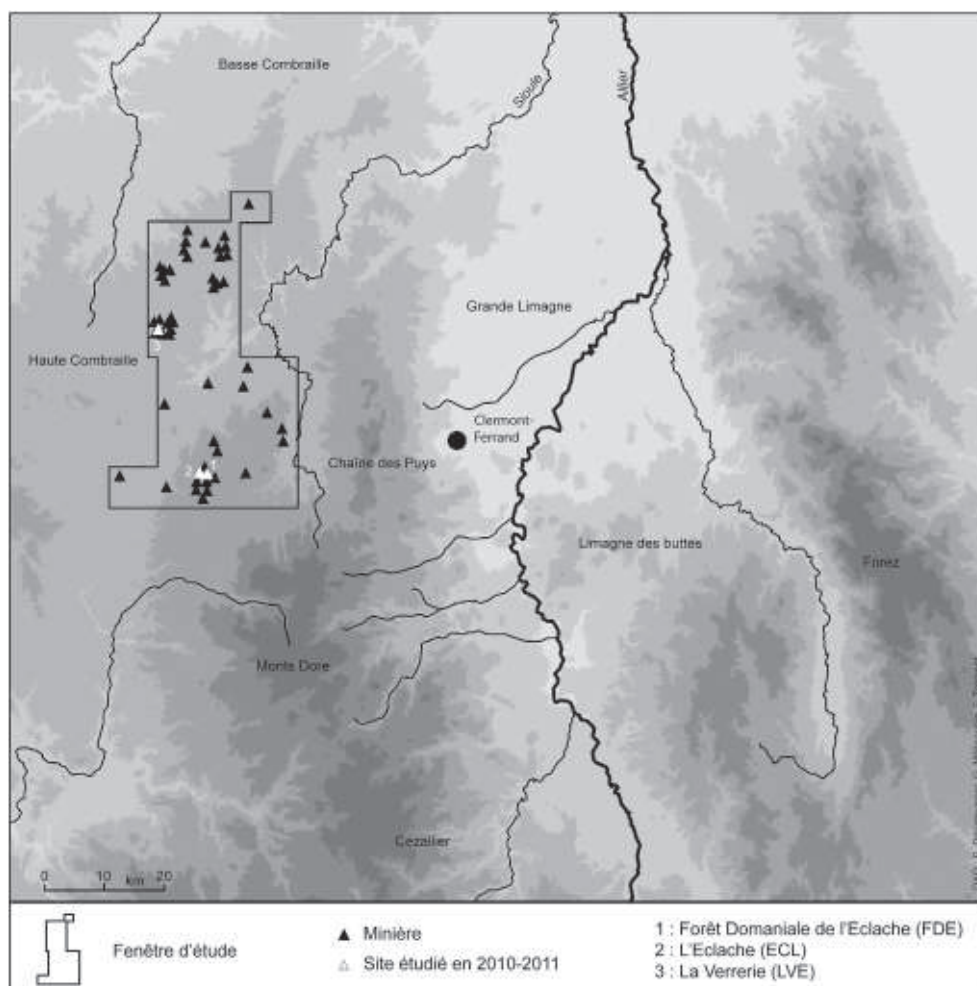



Figure 2. Localisation des mines d'or anciennes de Haute-Combraille.

2. LE PROGRAMME MINEDOR

Pour répondre à ces interrogations, il est nécessaire de caractériser les vestiges d'extraction minière en combinant plusieurs types d'approches. C'est là l'ambition du programme MINEDOR, lancé en 2010 dans le cadre de l'appel à projets "programme interdisciplinaire" de la Maison des Sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand.

L'objectif est 1) de cartographier précisément les minières au moyen de prospections pédestres et aériennes, d'une analyse des couvertures photographiques aériennes verticales et de relevés par GPS bi-fréquence et tachéomètre laser/infrarouge, puis éventuellement LIDAR; 2) d'en évaluer l'impact sur le paysage grâce à des analyses paléoenvironnementales (palynologie, microfossiles non polliniques) et géochimiques (métaux lourds, éléments-traces, isotopes du plomb) réalisées à haute résolution sur des carottes prélevées dans des zones humides avoisinantes (tourbières, bas marais, étangs), et 3) par ce biais, d'en dater la (ou les) phase(s) d'exploitation.

Ces nouvelles données permettront d'éclairer un pan important de l'économie antique du Massif Central. L'hypothèse d'une exploitation de ces mines à l'époque romaine pourrait expliquer la densité remarquable des établissements repérés en prospection au cours des dernières années dans ces zones de hauts plateaux (900--1000 m), et dont l'occupation date des deux premiers siècles de notre ère. Les zones humides constituant des stocks d'eau considérables à la tête des bassins-versants, il sera également possible d'évaluer les conséquences environnementales d'éventuelles pollutions minières anciennes à court, moyen et long terme.

2.1. Archéologie spatiale

Le premier objectif a consisté, en recourant aux méthodes de l'archéologie spatiale, à cartographier précisément et à caractériser du point de vue typologique les vestiges d'extraction minière (Fig. 2).

Bien qu'elles laissent des traces imposantes et caractéristiques, les minières sont difficilement repérables du fait de l'épaisse couverture boisée actuelle; les prospections pédestres en cours seront systématisées et complétées par des prospections aériennes et une analyse méthodique des couvertures aériennes verticales disponibles. Les structures seront localisées et relevées au moyen d'un GPS bi-fréquence à résolution centimétrique acquis par la MSH dans le cadre de la Plateforme IntelEspace. La réalisation d'une couverture LIDAR sera envisagée ultérieurement.

Les vestiges d'extraction feront l'objet d'une description archéologique précise. Ils présentent en effet des formes et des dimensions variées relevant de deux catégories principales: les mines à ciel ouvert exploitant des gisements superficiels (minières

circulaires, ovalaires ou en tranchées parallèles) et les mines souterraines exploitant des gisements profonds (puits et galeries). En 2010, la minière de "La Verrerie" (Villosanges) a déjà fait l'objet d'un relevé microtopographique au tachéomètre (Fig. 3-4). En 2012, les minières de la "Forêt domaniale de L'Eclache" et de "L'Eclache" seront relevées par GPS bi-fréquence et/ou tachéomètre en fonction de la densité du couvert forestier.

Figure 3. Vue aérienne de la minière de La Verrerie à Villosanges (source: Géoportail).

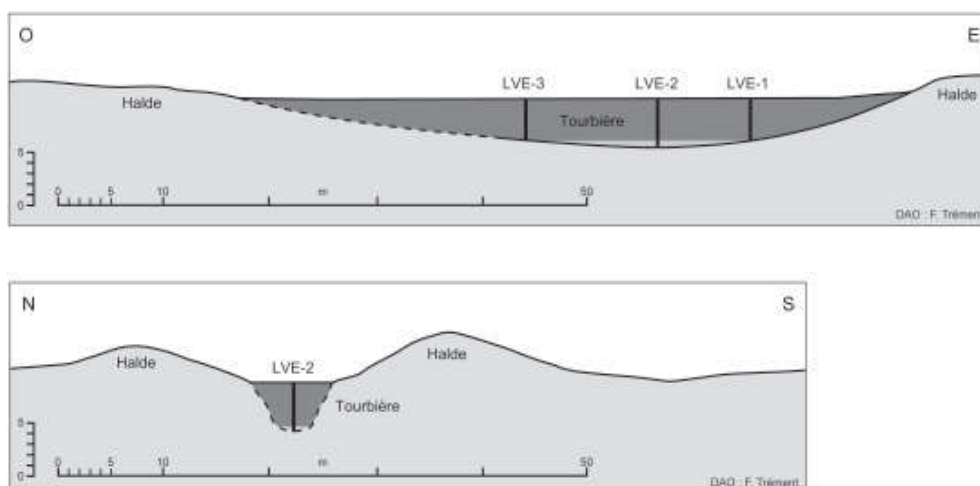



Figure 4. Coupes topographiques de la minière de La Verrerie (Villosanges).

A terme, la spatialisation des différents types de structures minières dans un SIG apportera un précieux éclairage sur la logique d'organisation de l'exploitation.

2.2. Géomorphologie des tourbières

Parallèlement, une prospection et une cartographie des tourbières et autres zones humides ont été entreprises en collaboration avec Hervé Cubizolle, qui a déjà effectué un travail de ce type dans les Monts du Forez (Cubizolle & Argant 2006; Cubizolle *et al.* 2004; 2012). Des carottages-tests ont été réalisés systématiquement dans les séquences tourbeuses afin d'identifier celles qui, par leur âge et leur dilatation, sont susceptibles d'offrir la résolution chronologique la plus élevée dans la fourchette de temps qui nous intéresse (c'est-à-dire les trois derniers millénaires).

A l'issue de cette phase exploratoire, le croisement des informations relatives aux sites miniers et aux zones humides a permis de sélectionner trois secteurs d'étude caractérisés par la juxtaposition d'importantes concentrations de minières et de tourbières retenues pour leur potentiel informatif, afin de procéder aux analyses paléobotaniques et géochimiques :

- Sur le site de la Forêt domaniale de L'Eclache (commune de Prondines), un forage (FDE-1) de 2,50 m a été réalisé dans une halde en vue d'analyses minéralogiques. Dans une petite tourbière située à proximité immédiate, en bordure nord de la zone minière, une carotte (FDE-2) de 1,40 m a été prélevée au moyen d'une sonde russe (Fig. 5).
- Sur le site de L'Eclache (commune de Prondines), deux carottes (ECL-3 et ECL-4) de 1,40 m ont été extraites dans la tourbière qui borde la zone minière au sud (Fig. 6).
- Sur le site de La Verrerie (commune de Villosanges), trois carottes ont été prélevées dans la tourbière qui s'est formée dans une vaste minière: LVE-1 (4,10 m), LVE-2 (4,50 m) et LVE-3 (4 m) (Fig. 4).

2.3. Les méthodes paléobotaniques

Les analyses paléobotaniques mises en œuvre sur ces séquences tourbeuses ont pour but de caractériser les dynamiques de la végétation et des milieux humides en vue d'identifier et de dater les phases majeures de pression anthropique, susceptibles de coïncider avec les phases d'exploitation minière. On sait en effet que l'ouverture d'une zone d'extraction nécessitait le déboisement d'une surface trois à quatre fois supérieure (inf. or. B. Cauuet).

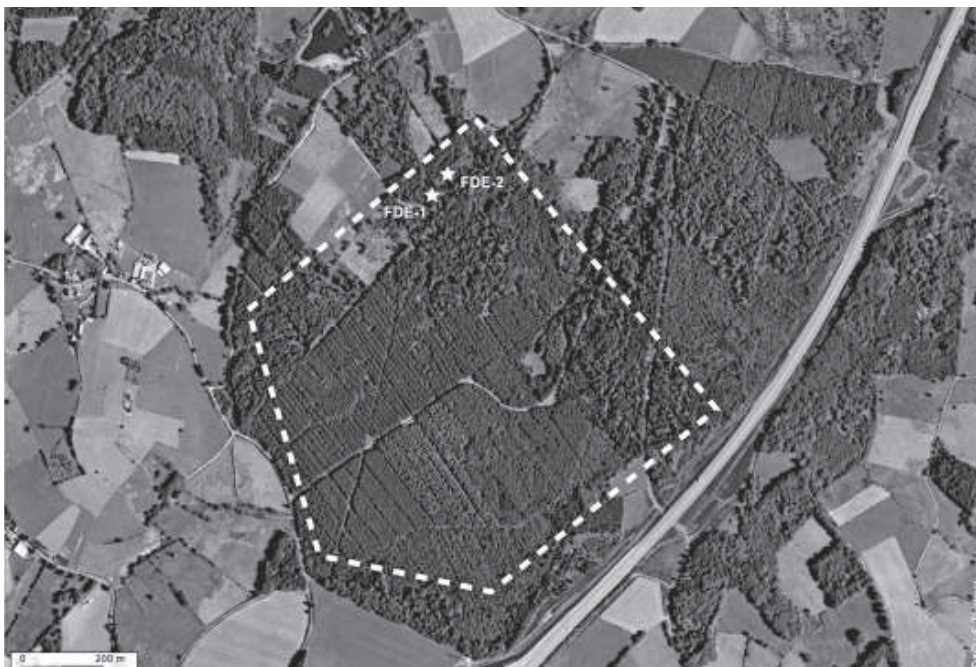



Figure 5. Délimitation de la zone minière de la Forêt domaniale de L'Eclache (Prondines) et emplacement des carottages FDE-1 et FDE-2 (cliché vertical: Géoportail).

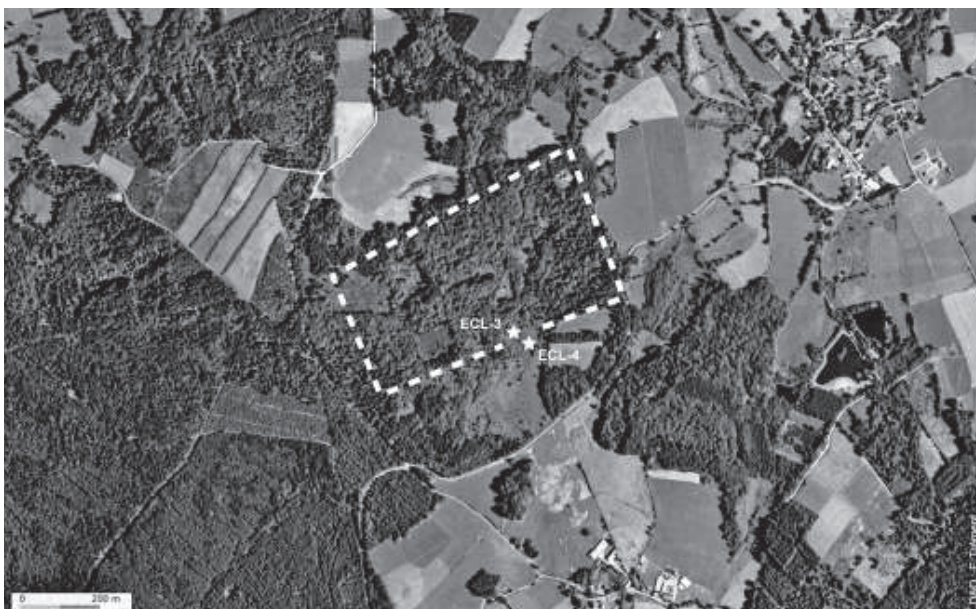



Figure 6. Délimitation de la zone minière de L'Eclache (Prondines) et emplacement des carottages ECL-3 et ECL-4 (cliché vertical: Géoportail).

Les analyses paléobotaniques en cours concernent les pollens et les microfossiles non polliniques. Les analyses polliniques réalisées par Jacqueline Argant portent sur 80 échantillons. Les microfossiles non polliniques issus des culots sont étudiés par José Antonio López-Sáez. L'objectif, à ce stade préliminaire, est 1) d'évaluer le potentiel paléobotanique des tourbières sélectionnées, grâce à un échantillonnage à maille lâche (20 cm), 2) de repérer les principales phases de mise en valeur du milieu (déboisements, défrichements, gestion agro-pastorale), 3) de caler chronologiquement les séquences, grâce à 15 datages. En 2012, il s'agira de caractériser ces phases "sensibles" grâce à une maille d'échantillonnage à plus haute résolution (2 cm) et d'affiner leur datation au moyen de nouveaux datages C14.

L'intérêt de ces zones humides est triple: 1) d'une part, il s'agit d'excellents enregistreurs paléoenvironnementaux (dépressions fermées, humidité constante, remplissage organique datable par carbone 14), susceptibles de nous renseigner précisément sur l'évolution du couvert végétal, sur la nature de l'occupation du sol et sur les pollutions minières éventuelles, nous permettant par là même de dater et de quantifier les grandes phases d'exploitation, tout en évaluant leur impact environnemental (déboisements); 2) d'autre part, l'accumulation de tourbe peut avoir une origine anthropique et résulter de barrages construits dans le but de créer des pièces d'eau (ces pièces d'eau ont pu être aménagées à des fins agricoles, comme c'est le cas dans les Monts du Forez, mais aussi en lien, ici, avec les activités minières); 3) enfin, ces tourbières constituant des stocks d'eau considérables à la tête des bassins-versants, il est essentiel d'évaluer les conséquences environnementales d'éventuelles pollutions à court, moyen et long terme.

2.4. Les méthodes géochimiques

Les applications de la géochimie isotopique dans le champ de l'histoire et de l'archéologie sont relativement récentes. L'intérêt des géochimistes s'est porté principalement sur la question des pollutions générées depuis la Révolution industrielle. Mais l'Antiquité a attiré précocement leur attention à travers le problème du saturnisme, considéré un temps comme l'une des causes possibles du déclin de l'Empire romain (Gilfillan 1965, 1990). Ces travaux aujourd'hui discutables (du fait de l'absence de dialogue avec les historiens et les archéologues) ont le mérite d'avoir mis en évidence la réalité des pollutions chimiques libérées dans l'atmosphère par la métallurgie antique (Nriagu 1983).

A ces approches globales (fondées notamment sur l'étude des séquences glaciaires du Groenland) ont succédé des approches régionales plus interdisciplinaires, visant à discriminer signal géochimique global, régional et local. Des travaux emblématiques ont été conduits en Basse Saxe (Monna *et al.* 2000) et dans le Jura suisse

(Shotyk *et al.* 1998). En France, des recherches ont été développées avec succès dans les ports méditerranéens antiques (Véron 2004), dans les Pyrénées occidentales (Monna *et al.* 2004a), dans le Mont Lozère (Baron 2005), dans le Morvan (Monna *et al.* 2004b) et dans les Alpes (Segard 2009). Ces travaux révèlent l'ancienneté des pollutions générées par les activités minières, mais aussi des situations régionales très contrastées.

La méthodologie envisagée dans le projet MINEDOR découle des expériences conduites dans les Pyrénées occidentales, le Mont Lozère, le Morvan et les Alpes. Elle est fondée sur la quantification des métaux lourds, sur la détection des éléments-traces et sur la géochimie isotopique du plomb libéré par les opérations d'abattage au feu et de traitement du minerai (la coupellation de l'or et de l'argent est réalisée au moyen du plomb). Les analyses entreprises en 2011 sur les carottes FDE2 et ECL4, réalisées par Alain Véron, permettront de caractériser qualitativement et quantitativement le signal local, et de préciser la nature de l'impact environnemental (pollution chimique) des activités minières anciennes. La corrélation entre diagrammes polliniques et profils géochimiques permettra d'identifier les principales phases d'exploitation et de pollution minières.

L'investigation géochimique fine des tourbières datées dans des zones d'exploitation connues devrait nous permettre de reconstruire les périodes de fonctionnement de ces mines, leur intensité, et possiblement la source des minerais de plomb utilisés dans les processus métallurgiques associés à la purification de l'or natif. Nous proposons d'utiliser le traçage par le plomb et ses isotopes stables[10]. L'analyse complémentaire d'étain (Sn) et d'arsenic (As) sera réalisée si les analyses de plomb ne s'avéraient pas concluantes, dans le cas où ces mines seraient *pro parte* des mines d'étain (recherchées pour la fabrication des bronzes), et/ou vérifier les indicateurs d'une métallurgie locale basée sur l'utilisation d'arsenic (un autre adjuvant utilisé pour purifier l'or). L'aluminium (Al) sera mesuré afin de calibrer les concentrations de métaux traces par rapport au "fond géochimique" non contaminé par des apports exogènes (norme crustale), et ainsi vérifier si les variations observées sont liées à des changements minéralogiques ou à des apports liés à une anthropisation régionale.

Compte tenu de son utilisation massive pendant l'Antiquité, le plomb pourrait marquer la présence d'une anthropisation régionale (présence de "plomb domestique" très précoce) sans pour autant être un indicateur des activités minières. Toutefois, la

[10] Les analyses isotopiques du plomb mettent en œuvre un spectromètre de masse à thermo-ionisation avec source solide (Finnigan MAT 262 et VG 54-30) et un spectromètre de masse multicollection à plasma induit (MC-ICPMS Nu du GEOTOP, Université du Québec à Montréal, UQAm, Canada). Pour les éléments Al, Pb, Sn et As sera utilisé un spectrophotomètre d'émission atomique à générateur inductif de plasma (ICP AES – Jobin Yvon ULTIMA C).

proximité des mines aurifères et des zones humides étudiées, ainsi que l'utilisation de plomb comme adjuvant dans les processus métallurgiques d'extraction de l'or, permettront de distinguer ces activités avec des enrichissements significatifs des teneurs en plomb, ainsi que des signatures isotopiques spécifiques, caractéristiques des adjuvants de plomb, et certainement différentes de l'encaissant crustal et du "plomb domestique". Bien que le plomb ait largement démontré son efficacité pour le traçage des activités minières, c'est la première fois à notre connaissance qu'il sera utilisé dans le contexte de mines exclusivement aurifères.

2.5. Les méthodes géologiques

A terme, les données obtenues sur les exploitations minières anciennes seront croisées dans un SIG avec la carte géologique réactualisée des gisements métallifères, afin de mieux orienter les prospections archéologiques à venir. Ce travail commencera par un inventaire de la documentation disponible au Service géologique régional et au Bureau des recherches géologiques et minières, toute cette zone géographique des Combrailles ayant fait l'objet, dans les années 1970-80, de prospections géologiques approfondies en vue de la recherche d'uranium. Ces recherches ont montré la présence de nombreux minerais dans ce secteur, dont de l'or (inf. or. P. Nehlig).

CONCLUSION

Ces nouvelles données devraient éclairer un pan important de l'économie antique du territoire arverne, et plus largement du Massif Central. Elles permettront peut-être aussi de discuter le schéma très "moderniste" d'une gestion impériale des mines d'or planifiée à l'échelle de l'Empire, qui se serait traduit, à l'époque augustéenne, par la fermeture des petites exploitations jugées insuffisamment rentables au profit des grands districts miniers du Nord-Ouest ibérique.

Seule cette collaboration interdisciplinaire intensive est susceptible de permettre de répondre aux questions posées, qui relèvent d'une approche systémique des interactions sociétés/environnement.

RÉFÉRENCES

BARON, S. (2005). *Etude de la traçabilité et de l'évolution d'une pollution liée au fonctionnement d'ateliers métallurgiques médiévaux au plomb argentifère sur le Mont Lozère*. Nancy: Centre de recherches pétrographiques et géochimiques. Thèse de doctorat.

CAUUET, B. (1999). Prospection-inventaire. Les mines d'or des Arvernes (communes de Bagnols, La Bessette, Cros, Larodde, Tauves et Trémouille-Saint-Loup). *Bilan scientifique de la Région Auvergne* 1997. Ministère de la Culture, DRAC Auvergne, Service régional de l'Archéologie. 90.

CAUUET, B. (2007). *L'or des Celtes du Limousin*. Limoges: Culture et patrimoine limousin. 123 p. (collection Archéologie).

CUBIZOLLE, H. & ARGANT, J. (2006). Les facteurs de la mise en place des tourbières du Massif Central oriental granitique à l'Holocène. In MIRAS, Y. & SURMELY, F. (dir.). *Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours*. Actes de la table ronde de Pierrefort (juin 2003). Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté. p. 93-108 (Annales Littéraires 799, Série «Environnement, sociétés et archéologie», 9).

CUBIZOLLE, H.; FASSION, F.; ARGANT, J.; LATOUR, C.; GALET, P. & OBERLIN, C. (2012). Mire initiation, climate change and agricultural expansion over the course of the Late-Holocene in the Massif Central mountain ranges (France): what are the causal links and what are the implications for mire conservation? *Quaternary International*. Special issue.

CUBIZOLLE, H.; GEORGES, V.; LATOUR, C.; ARGANT, J. & SERIEYSSOL, K. (2004). La turfigenèse à la fin du Subboréal et au Subatlantique dans les tourbières basses du Massif Central oriental granitique (France): une manifestation de l'action humaine? *Quaternaire*. 15(4). 343-359.

DACKO, M. (en cours). *Les voies romaines du Massif Central: dynamique des réseaux et impact territorial.* Clermont-Ferrand: Université Blaise Pascal. Thèse de doctorat, sous la dir. de F. Trément.

DOMERGUE, C. (2008). *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine*. Paris: Picard (collection Antiqua).

GILFILLAN, S. C. (1965). Lead poisoning and the fall of Rome. *Journal of occupational medicine*. 7. 53-60.

GILFILLAN, S. C. (1990). *Rome's ruine by lead poison*. Library of Congress. 234 p.

MASSOUNIE, G. (en cours). *Le peuplement des Combrailles de la Protohistoire au Moyen-Age (Puy-de-Dôme)*. Clermont-Ferrand: Université Blaise Pascal. Thèse de doctorat, sous la dir. de F. Trément.

MONNA, F.; HAMER, K.; LÉVÊQUE, J. & SAUER, M. (2000). Pb isotopes as a reliable marker of early mining and smelting in the Northern Harz province (Lower Saxony, Germany). *Journal of geochemical exploration*. 68. 201-210.

MONNA, F.; GALOP, D.; CAROZZA, L.; TUAL, M.; BEYRIE, A.; MAREMBERT, F.; CHÂTEAU, C.; DOMINIK, J. & GROUSSET, F. E. (2004a). Environmental impact of early Basque mining and smelting recorded in a high ash minerogenic peat deposit. *Science of the total environment*. 327. 197-214.

MONNA, F.; PETIT, C.; GUILLAUMET, J.-P.; JOUFFROY-BAPICOT, I.; BLANCHOT, C.; DOMINIK, J.; LOSNO, R.; RICHARD, H.; LÉVÊQUE, J. & CHÂTEAU, C. (2004b). History and environmental impact of mining activity in Celtic Aeduan territory recorded in a peat bog (Morvan, France). *Environmental science and technology*. 38(3). 665-673.

NRIAGU, J. O. (1983). *Lead and lead poisoning in Antiquity*. New York: John Wiley & Sons. 437 p.

REBISCOUL, A. (2005). Prondines. A89, section 8, Le Sancy/Combronde. Puy-Gilbert sud. *Bilan scientifique de la Région Auvergne* 2003. Ministère de la Culture, DRAC Auvergne, Service régional de l'Archéologie. 102-104.

RIGAUD, P. (1998). Un patrimoine archéologique méconnu: les minières de la Combraille. *Mémoires de la société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse*. 46. 413-419.

RIGAUD, P. & BOUYER, P. (1995). Les mines antiques de la Combraille: une introduction à leur étude. *Travaux d'archéologie limousine*. 15. 97-103.

SEGARD, M. (2009). *Les Alpes occidentales romaines*. Aix-en-Provence: Errance. 287 p. (Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine, 1).

SHOTYK, W.; WEISS, D.; APPLEBY, P. G.; CHEBURKIN, A. K.; FREI, R.; GLOOR, M.; KRAMERS, J. D.; REESE, S. & VAN DER KNAAP, W. O. (1998). History of atmospheric lead deposition since 12,370 ^{14c}yr BP from a peat bog, Jura Mountains, Switzerland. *Science*. 281. 1635-1640.

TRÉMENT, F. (dir.); GUICHARD, V. & MENNESSIER-JOUANNET, C. (2002). Aux origines de la cité arverne. In MARTIN, D. (dir.). *L'identité de l'Auvergne (Auvergne, Bourbonnais, Velay). Mythe ou réalité historique? Essai sur une histoire de l'Auvergne des origines à nos jours.* Nonette: Créer Editions. p. 166-193.

TRÉMENT, F. (2009). A l'origine de la centralité clermontoise. In CHIGNIER-RIBOULON, F. (dir.). *Clermont-Ferrand, ville paradoxale*. Clermont-Ferrand: Presses Universitaires Blaise Pascal. p. 115-118 (CERAMAC, hors-série n° 2).

TRÉMENT, F. (2010a). Romanisation et dynamiques territoriales en Gaule centrale. Le cas de la cité des Arvernes (IIe s. av. J.-C. – IIe s. ap. J.-C.). In CORSI, C. & VERMEULEN, F. (dir.). *Changing Landscapes. The impact of Roman towns in the Western Mediterranean*. Proceedings of the International Colloquium (Castelo de Vide – Marvão, 15-17 mai 2008). Universidade de Évora – CIDEHUS – Centro Interdisciplinar de História, Culturas e Sociedades. Bologne: Ante Quem. p. 85-104 (Ricerche Series Maior, 1).

TRÉMENT, F. (2010b). Romanisation et développement dans les campagnes des Gaules. In OUZOULIAS, P. & TRANOY, L. (dir.). *Comment les Gaules devinrent romaines*. Colloque international (Auditorium du Louvre, 14-15 septembre 2007). Paris: INRAP-La Découverte. p. 159-176.

TRÉMENT, F. (sous presse). Romanisation et développement: dynamiques spatiales du développement des territoires dans le Massif Central de l'Age du Fer au Moyen-Age. In FICHES, J.-L.; PLANA, R. & REVILLA, V. (dir.). *Paysages ruraux et territoires dans les cités de l'Occident romain*. Colloque Ager IX (Barcelone, 25-27 mars 2010). Montpellier: Presses universitaires de la Méditerranée.

TRÉMENT, F. & CARVALHO, H. (sous presse). Romanisation et développement: le cas des cités de Bracara Augusta (Portugal) et des Arverni (France). Une perspective de longue durée. In Actes du colloque *Ager Tarraconensis: paisatge, poblament, cultura material i historia* (Tarragone, 28-29 septembre 2010). Tarragone: Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

TRÉMENT, F.; CHAMBON, J.-P.; GUICHARD, V. & LALLEMAND, D. (2007). Le territoire des Arvernes: limites de cité, tropismes et centralité. In MENNESSIER-JOUANNET, C. & DEBERGE, Y. (dir.). *L'archéologie de l'Age du Fer en Auvergne*. Actes du XXVIIe colloque international de l'AFEAF (Clermont-Ferrand, 29 mai-1er juin 2003). Thème régional. Lattes, Monographies d'archéologie méditerranéenne. p. 99-110.

VÉRON, A. (2004). *Le plomb: un poison pour l'homme, de l'or pour le géochimiste*. Habilitation à diriger les recherches, Université Aix-Marseille III. 73 p.

LE PROGRAMME MINEDOR. CARACTÉRISATION ARCHÉOLOGIQUE ET PALÉOENVIRONNEMENTALE DES MINES D'OR ARVERNES DE HAUTE-COMBRAILLE (AUVERGNE, FRANCE)

Résumé: Le projet MINEDOR vise à étudier de manière interdisciplinaire et diachronique les anciennes mines d'or, attribuées traditionnellement à l'époque gauloise, repérées en grand nombre aux confins des territoires des Arvernes et des Lémovices, dans le secteur de la Haute-Combraille (Puy-de-Dôme). L'objectif est 1) de cartographier précisément les minières au moyen de prospections pédestres et aériennes, d'une analyse des couvertures photographiques aériennes verticales et de relevés par GPS bi-fréquence, 2) d'en évaluer l'impact sur le paysage grâce à des analyses paléoenvironnementales (palynologie, microfossiles non polliniques) et géochimiques (métaux lourds, éléments-traces, isotopes du plomb) réalisées à haute résolution sur des carottes prélevées dans des zones humides (tourbières, bas marais, étangs), et 3) par ce biais, d'en dater la (ou les) phase(s) d'exploitation. Ces nouvelles données permettront d'éclairer un pan important de l'économie antique du Massif Central. L'hypothèse d'une exploitation de ces mines à l'époque romaine pourrait expliquer la densité remarquable des établissements repérés en prospection au cours des dernières années dans ces zones de hauts plateaux (900-1000 m), et dont l'occupation date des deux premiers siècles de notre ère. Les zones humides constituant des stocks d'eau considérables à la tête des bassins-versants, il sera également possible d'évaluer les conséquences environnementales d'éventuelles pollutions minières anciennes à court, moyen et long terme.

Mots-clés: Archéologie, Paléoenvironnement, Mines, Tourbières, Palynologie, Géochimie, Pollutions minières, Arvernes, Minedor.

Abstract: The MINEDOR project aims to study from an interdisciplinary and diachronic point of view the ancient gold mines, traditionally attributed to the Gaulish period, discovered in large numbers at the fringes of the *Arverni* and *Lemovices* territories, in the area of Upper Combraille (Puy-de-Dôme). The goal is 1) to accurately map the mines through fieldwalking and aerial surveys, analysis of vertical aerial photographic coverage and localization by dual-frequency DGPS, 2) to assess their impact on the landscape through palaeoenvironmental (palynology, microfossils) and geochemical (heavy metals, trace elements, lead isotopes) analyses made at high resolution from cores extracted in wetlands (bogs, marshes, ponds), and 3) to date the phases of exploitation. These new data will highlight an important aspect of the ancient economy of the Massif Central. The hypothesis of an exploitation of these gold mines in Roman times could explain the high density of settlements identified by prospections in recent years in this highlands area (900-1000 m), and whose occupation dates from the first two centuries AD. As wetlands contain considerable stocks of water at the head of the watershed, it will also be possible to assess the environmental consequences of ancient mining pollution in the short, medium and long terms.

Keywords: Archaeology, Palaeoenvironment, Mining, Peat bogs, Palynology, Geochemistry, Mining pollution, Arverni, Minedor.

APROVECHAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO EN EL MONTE BASAGAIN (ANOETA, GIPUZKOA, EUSKAL HERRIA) DESDE LA PROTOHISTORIA HASTA NUESTROS DÍAS. ESTUDIO PRELIMINAR

SONIA SAN JOSE SANTAMARTA[1]

1. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo queremos dar a conocer los trabajos que se están llevando a cabo en el monte Basagain (Anoeta, Gipuzkoa) dedicados al estudio de las evidencias arqueometalúrgicas localizadas en el mismo. En su cima se sitúa un poblado de la Edad del Hierro, datado en los últimos siglos antes del cambio de Era, y cuya excavación arqueológica está sacando a la luz una importante actividad metalúrgica dentro del recinto. Además, en sus laderas se ubican diversos restos de diferentes épocas relacionados con la actividad extractiva de mineral de hierro (Fig. 1).

Es por ello que hemos iniciado un proyecto de investigación, en un principio centrado en estudiar la producción metalúrgica que se llevó a cabo en el poblado fortificado hace más de dos mil años, analizando los materiales recuperados durante la excavación, tanto a nivel tipológico como tecnológico. Uno de los objetivos principales de este proyecto está dirigido a determinar la procedencia de los metales y escorias, con el fin de comprobar si se aprovecharon las venas metalíferas existentes en el monte Basagain.

Teniendo presente este objetivo, hemos considerado oportuno ampliar nuestra línea de investigación, abarcando el estudio de todos los restos relacionados con la actividad metalúrgica, tanto extractiva como de obtención y fabricación de hierro,

[1] Fundación Lenbur. Sociedad de Ciencias Aranzadi. s.san_jose@kzgunea.net

Figura 1. Plano de localización de Basagain (Gipuzkoa, Euskal Herria) (Diputación Foral de Gipuzkoa, S. San Jose).

que se encuentran dispersos por el monte Basagain, como punto de partida para localizar posibles evidencias extractivas de época protohistórica.

Aunque por el momento no contamos con dataciones de los restos localizados fuera del recinto fortificado, la importancia de la actividad minera que se desarrolló en este monte ha quedado reflejada en la toponimia, donde hoy en día podemos encontrar nombres como Meatzeta, que se refieren a estas labores en euskara.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

Basagain se localiza en la parte media del valle del Oria (Fig. 1), en su orilla izquierda. Se trata de un monte de planta ovalada, cuyo eje mayor está orientado N-S. Posee una superficie relativamente plana en la cima y diversas zonas aterrazadas en su parte este y sureste, producidas, muy posiblemente, de forma artificial.

Como hemos anticipado en la introducción, en este monte se localizan diversos restos arqueológicos, testigos del aprovechamiento del mismo en diferentes épocas, de los que vamos a dar cuenta a continuación (Fig. 6).

2.1. Poblado de Basagain

El poblado fortificado de Basagain se localiza en la cima, dominando el río Oria, del que existe un desnivel de aproximadamente 230 m. Situado a unos 280 m

Figura 2.
Foto aérea del poblado de Basagain (Paisajes).

s.n.m., está rodeado por una muralla de piedra, realizada con doble paramento y relleno interior, que cierra completamente el recinto, ya que este monte, a diferencia de otros que fueron utilizados en la misma época, no cuenta con una defensa natural importante.

Localizado en 1992 por K. Oria, desde 1994 está siendo excavado por X. Peñalver, desde el Departamento de Arqueología Prehistórica de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Gracias a los trabajos de excavación, se ha documentado una zona de habitación en una gran terraza ubicada en la parte este del yacimiento (Fig. 2), contigua a la parte interior de la muralla. Las viviendas, formadas por paredes de entramado vegetal y tapial, se estructuran a base de grandes cuñas de bloques de piedra que sujetarían postes verticales de madera.

En esta zona de excavación se han recogido abundantes restos de material arqueológico que dan cuenta de las actividades que se desarrollaron en el interior del poblado: numerosos fragmentos cerámicos de diversas tipologías elaborados en su mayoría a mano -aunque también existen a torno; materiales líticos orientados principalmente a la molienda; instrumentos metálicos de hierro como la punta de una reja de arado, regatones, cuchillos, una aguja de coser, una punta de flecha, o adornos en bronce; restos escoriáceos, carpológicos y antracológicos, y un número no muy grande, pero sí significativo, de adornos realizados en pasta vítrea, entre los que destaca un fragmento de brazalete azul. En los últimos años se han localizado varias estelas con decoración geométrica, alineadas en una zona contigua a las viviendas (Peñalver 2010).

Hoy en día contamos con varias dataciones de C14 que sitúan la actividad de esta zona del yacimiento en los últimos siglos antes del cambio de Era: 2360±120 B.P., 2320±90 B.P., 2310±55 B.P., 2170±80 B.P. y 1600±80 B.P (Peñalver 2001).

Pese a los esfuerzos realizados de cara a localizar la o las necrópolis pertenecientes a este núcleo de población, por el momento no hemos obtenido resultados

positivos en este aspecto. De todos modos, la aparición de las tres estelas citadas en una zona al interior del recinto está abriendo nuevos interrogantes en este sentido.

2.2. Explotaciones mineras del Monte Basagain

Gracias a los trabajos de prospección que se están realizando en los alrededores del poblado de Basagain, hoy en día conocemos la localización de diversas minas situadas en las laderas este y oeste del monte que interceptan cuevas naturales. En este artículo haremos una breve descripción de las más importantes[2].

En la zona oeste del monte (Fig. 6) se localizan varias boca-minas situadas a media ladera en un pequeño valle que discurre paralelo al Oria. Se han documentado más de 12 bocas, de diferentes tamaños y tipologías (Fig. 3), diseminadas en diferentes alturas, en su mayoría agrupadas en dos zonas muy próximas entre sí. La primera está situada a lo largo de una pequeña pared de caliza de forma semicircular. Presenta varias galerías cortas, pero una de ellas, denominada Mina-Cueva 1, es de considerable tamaño.

Figura 3.
Vista de una de las galerías del primer conjunto de minas de Basagain. (S. San Jose).

2.2.1. Anoeta Mina-cueva 1 (E 575045. N 4780170. Altitud: 225 m s. n.m.)

La boca principal de Mina-Cueva 1 tiene 2 m de altura por 2,5 m de anchura, un total de 300 m de desarrollo y un desnivel de -20 m (Fig. 4). Cuenta con dos niveles, de los cuales el inferior está constituido por galerías naturales y recorrido por un río subterráneo a cota -20 m.

---

[2] La planimetría y descripción de la parte subterránea de estas minas procede de los trabajos realizados por los miembros del Departamento de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (GALAN *et al.* 2004). Aprovecho estas líneas para expresarles mi más sincero agradecimiento.

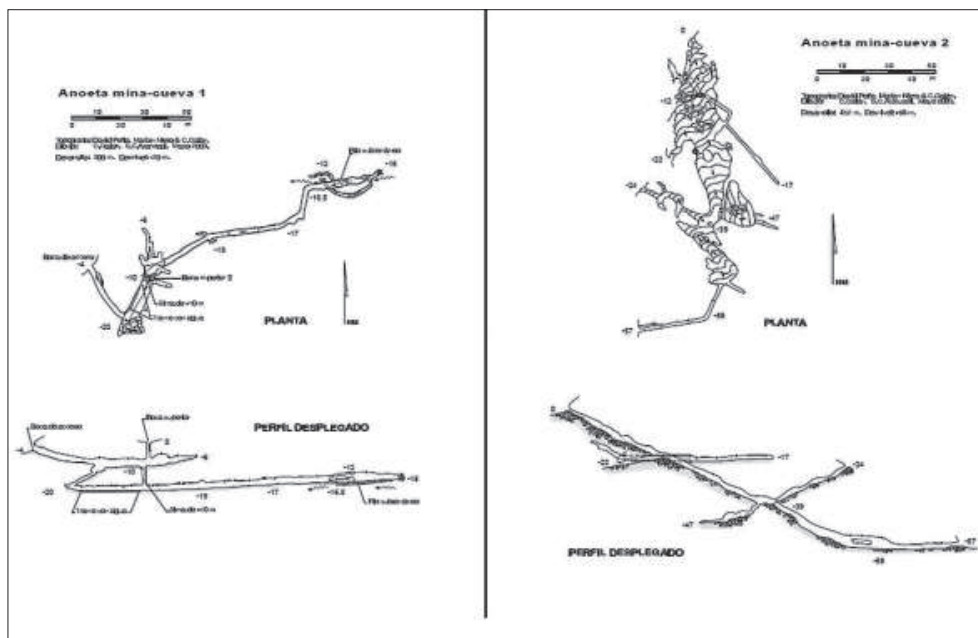



Figura 4. Topografías de las minas principales (C. Galán).

Tras un ligero descenso desde la boca de acceso y un estiramiento, se accede a una galería horizontal en la que hay una claraboya por donde entra la luz de la boca superior. Cercano a ella, un pozo de mina a -10 m comunica con el nivel inferior. Próxima a la claraboya, hay una pequeña sala que da acceso a 4 galerías de corto recorrido.

En la unión de la galería principal con el acceso también se forma una pequeña estancia de la que parte una galería descendente que, con un desnivel de -1 m, continua en una galería estrecha y baja en forma de codo, hasta llegar a una cota -20 m. En este nivel existe un tramo de agua de 24 m de largo y 40-60 cm de profundidad. Al otro lado del mismo se localiza una chimenea-sima procedente del nivel 1 y su correspondiente cono de derrubios. La galería continúa un recorrido más o menos uniforme de más de 100 m ascendiendo hasta la cota -15 m y termina en un derrumbe.

En su último tramo esta galería coincide con un río subterráneo que surge poco antes del final y desaparece en un sumidero lateral. Quedan en ella restos de cavidades naturales de pequeño tamaño.

Los únicos vestigios que se han documentado son unas traviesas de madera y clavos correspondientes a una vía de vagonetas, ubicados en la galería principal del nivel inferior.

El segundo grupo de minas se localiza en la misma ladera a unos 50 m y a una cota inferior. Entre estos dos grupos hay un hundimiento de 20 m de diámetro y -10 m de desnivel. Aparte de una boca hecha con obra de piedra que finaliza en este hundimiento, en la pared caliza se localizan 5 bocas más que se comunican entre sí en un recinto amplio y descendente. Alguna de las galerías y parte del perímetro de las salas son cuevas naturales, con espeleotemas y gours.

2.2.2. Anoeta Mina-cueva 2 (E-575055. N 4780100. Altitud: 205 m s.n.m.)

La denominada Mina-Cueva 2 tiene un desarrollo de 452 m y -58 m de desnivel y presenta 8 bocas, cuatro de ellas muy próximas entre sí, que dan paso a una sala descendente de 50 m de largo y poca altura (Fig. 4). De esta sala parten varias galerías de diferente desarrollo y orientaciones. En la parte inferior se abre una galería corta, que accede a una de las bocas. Desde la misma zona se acceden a dos galerías opuestas entre sí, una de ellas rectilínea de 33 m de longitud y la otra se abre por debajo del salón describiendo un codo y ascendiendo hacia las bocas superiores. El salón concluye en una galería descendente de gran amplitud, con una pequeña claraboya que da a un pozo de mina vertical de 8 m de altura.

A cota -39 de esta galería se abre una bifurcación. Por un lado, dos accesos de pequeñas dimensiones dan paso a un salón descendente, y por el otro lado se abren, en dirección opuesta, dos prolongaciones de la galería, una ascendente que accede al exterior a cota -24 y tiene 50 m de longitud, y la otra descendente, con rampas de fuerte pendiente, que da paso a otra sala de dimensiones considerables situada a cota -58 m. Desde este salón se abren otras dos galerías, una de estas de corto recorrido (8,5 m) y la otra, de 44 m, de desarrollo primeramente horizontal y después en ligero ascenso. Esta última galería presenta en el primer tramo otra superpuesta de 8 m de longitud, situada 3 m por encima.

2.3. Escoriales

En la ladera este del monte, aunque de momento no ha sido objeto de una prospección exhaustiva de cara a la localización de minas, se han encontrado evidencias de escoriales en su parte sureste. Concretamente se sitúan en una zona de pendiente denominada Intxaurrieta (Fig. 6), cercana a unas plataformas posiblemente artificiales que pudieran estar en relación con la actividad minero-metalúrgica. Fueron detectadas gracias a unas catas arqueológicas realizadas para la localización de la necrópolis correspondiente al poblado de Basagain.

En este mismo punto, pero a una cota inferior, en una zona llana se documentaron asimismo varios fragmentos de cerámica modelada protohistórica, aunque

no tenían relación con las escorias antes mencionadas ya que pertenecen a dos niveles claramente diferenciados.

3. EVIDENCIAS

3.1. Poblado de Basagain

Los restos metalúrgicos localizados durante la excavación del poblado protohistórico de Basagain se concentran principalmente en la terraza este del yacimiento, en el área donde se han detectado las estructuras de habitación contiguas a la muralla anteriormente mencionadas. Podemos clasificar los restos en dos grandes grupos, que englobarían, por un lado, los subproductos metálicos procedentes de la actividad metalúrgica, y, por otro, las piezas y restos de objetos terminados, de variada tipología.

Contamos con más de 300 evidencias, una cantidad ciertamente significativa en comparación con el total de los hallazgos recuperados en el resto de yacimientos del mismo período situados en el mismo territorio.

En el presente artículo nos centraremos en el estudio de los subproductos metalúrgicos, los cuales nos pueden proporcionar valiosa información sobre las formas de obtención y fabricación del hierro, así como sobre su procedencia.

De los fragmentos recuperados hasta la fecha, se han clasificado diversas escorias, fragmentos de mineral y restos que podrían estar relacionados con hornos o fraguas.

Las escorias analizadas corresponden a tipologías variadas, de formas y tamaños distintos (Fig. 5). Se está llevando a cabo la descripción tipológica sistemática de los restos encontrados, así como la caracterización tecnológica de los mismos. La metodología empleada para ello es la que habitualmente se utiliza en un examen metalográfico. Los resultados de estos análisis muestran la existencia de trabajos

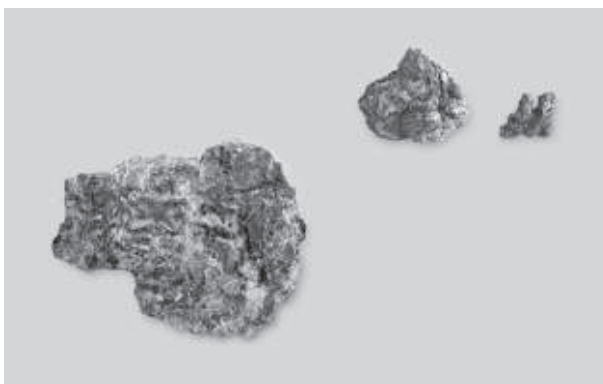



Figura 5.
Escorias y fragmento de mineral procedentes del poblado protohistórico de Basagain. (S. San Jose).

de forja en el yacimiento de Basagain y posiblemente alguna de las muestras analizadas podría corresponderse con trabajos de reducción del mineral en el propio yacimiento, a juzgar por la abundante presencia de fayalita contenida en ellas (San Jose *et al.* 2008).

Si bien durante la excavación no se ha descubierto ningún resto de las estructuras en donde se realizaban estos procesos, ni hornos de reducción ni de forja, es lógico pensar que la abundante presencia de escorias nos está indicando la realización *in situ* de al menos alguno de los tratamientos para la fabricación de objetos de metal. De todos modos, se ha localizado algún fragmento que podría corresponderse con los restos escorificados de la pared de una estructura metalúrgica u horno.

Asimismo, en los niveles de la excavación donde se localizan estas escorias y restos escoríaceos, también es frecuente encontrar fragmentos de mineral de hierro de diferentes tamaños (Fig. 5). El estudio de los mismos parece indicar que se trataría del mismo mineral que el localizado en las minas de época contemporánea anteriormente citadas (Mina-cueva 1 y 2), es decir, del propio monte Basagain.

3.2. Minas

Procedentes de las prospecciones realizadas en los alrededores de las minas existentes en la falda oeste del monte Basagain se han recogido varias muestras del mineral del interior y del que ha quedado abandonado cerca de la entrada de los mismos. En esta zona forman cúmulos de diferentes tamaños seguramente producto de un primer tratamiento in situ del mineral anterior a su traslado, con el objetivo de separar la ganga y llevar así una mayor concentración de mineral.

Las cavidades donde se han abierto las minas están formadas en sus tramos más compactos por calizas y margocalizas del Jurásico basal (Lías), relativamente impuras, con calcarenitas y pequeños niveles carniolares y brechoides, próximas a un contacto con rocas detríticas de grano grueso (areniscas). En ellas se incluyen filones ricos en mineral de hierro fundamentalmente compuestos por limonitas (Galán *et al.* 2004).

3.3. Intxaurrieta

Los restos recogidos en la citada zona de Intxaurrieta se corresponden con escorias posiblemente de época histórica, en general de mayor tamaño que las recogidas en la excavación del recinto protohistórico de Basagain. En su mayor parte son de superficies vitrificadas y pertenecen a la categoría de escorias de sangrado. No se descarta que provengan de la actividad de una haizeola o ferrería de monte,

Figura 6.
Localización del poblado protohistórico y de las áreas minero-metalúrgicas mencionadas. (Diputación Foral de Gipuzkoa, S. San Jose).

de tecnología anterior a las ferrerías hidráulicas, aunque convivieron durante los primeros siglos de funcionamiento de estas últimas (Fig. 6).

4. DOCUMENTACIÓN HISTÓRICA

Esta zona del interior de Gipuzkoa ha sido objeto de diferentes trabajos de explotación minera a lo largo de la historia, tal y como lo demuestran los diversos documentos recogidos. Así en el cercano término de Asteasu, en el caserío Izurzu, una sociedad minera originaria de Bélgica explotó las menas de hierro de una de las estribaciones finales del monte Ernio, desde 1891 hasta 1926, fecha en la que se cerró por la baja productividad obtenida y las dificultades de extracción (Usabiaga 1974). Para transportar este mineral a la costa guipuzcoana, se construyó un tendido de cables aéreo hasta un punto situado entre Zarautz y Orio.

Contamos, sin embargo, con diferentes documentos anteriores a esta actividad. Así, en el Diccionario Geográfico-Histórico de la Real Academia de la Historia de 1802 y citado en 1894 por Puig y Larraz se menciona: “En el (monte) que llaman Irimendi se advierte una cueva profunda, en cuyo fondo nunca falta agua, y de

donde en otro tiempo se extraxo barniz ordinario. (Jesús Elósegui)". (Sección de Espeleologia 1952). No se sabe con certeza si esta cita se refiere a las mismas minas, pero el topónimo bien podría corresponder con el yacimiento de Basagain[3].

En un documento procedente del Archivo General de Gipuzkoa se da noticia de la existencia de minas en esta zona, esta vez refiriéndose a una explotación con el nombre de San Juan, que existía en el paraje "Achuvarren". Este topónimo muy posiblemente se corresponde con el nombre del caserío Axuribar o "Axuribar Benta", que es el que se encuentra situado en las proximidades de las minas descritas anteriormente[4].

5. CONSIDERACIONES FINALES

Uno de los factores que determinaron la elección de monte Basagain (Anoeta) para la construcción del poblado protohistórico en su cima fue, sin duda, la existencia de mineral de hierro en sus laderas y del control y gestión de la explotación de este recurso, quedando relegados a un segundo plano otros factores de carácter más defensivo. Localizar los puntos de extracción que utilizaron las gentes que habitaron este poblado hace unos 2.500 años sería un paso importante en nuestra investigación.

En cuanto a la historiografía general de este territorio, en la que se mantenía la hipótesis de atraso con respecto a otros territorios circundantes e incluso la inexistencia de población, podemos ver que Basagain se corresponde con un núcleo de población con un avanzado desarrollo y con la capacidad de explotar un recurso tan importante a finales de la Edad del Hierro como lo era el hierro. Las menas de mineral de Basagain, sin embargo, no fueron aprovechadas en época romana, ya que el poblado se abandonó poco después del cambio de Era. Las respuestas a este abandono las debemos buscar, por el momento, en la reorganización que el Imperio Romano hizo en la zona costera de Gipuzkoa -a falta de datos en el interior del territorio-, y en la existencia de otros sitios mineros de mayor interés, como la zona minera de Arditurri (Oiartzun), cercana a la costa y al asentamiento romano de Irun –Oiasso-, centro de redistribución de este mineral (Urteaga 1997).

Como hemos podido ver, la zona del valle Oria tuvo un peso relativamente importante en la minería del hierro guipuzcoana durante diferentes épocas de la Historia; la última, como hemos mencionado, terminaba a principios del siglo pasado. Pero la memoria de estos vestigios y actividades mineras se va perdiendo y ocultando. Es por ello que tenemos que realizar un esfuerzo para recuperarlos y documentarlos.

---

[3] El toponimo Iri- significa ciudad en euskera, como Irun o Iruña, y guarda relación en nuestro territorio con yacimientos de la Edad del Hierro o de época romana.

[4] Archivo General de Gipuzkoa. 2823, 108-110. Año 1845.

REFERENCIAS

BACHMANN, H.-G. (1982). *The identification of slags from archaeological sites*. London: Institute of Archaeology.

GALAN, C.; PEÑA, D. & NIETO, M. (2004). Las minas de Anoeta y su fauna cavernícola asociada (macizo de Ernio, País Vasco). <*http://www.aranzadi-zientziak.org/fileadmin/docs/espeleologia/Minaa.pdf*>

PEÑALVER, X. (2001). *El habitat en la vertiente atlántica de Euskal Herria. Bronce Final y Edad del Hierro.* Anejos de Kobie. Bilbao: Diputación Foral de Bizkaia. 3.

PEÑALVER, X. (2010). Estela decorada del poblado protohistórico de Basagain (Anoeta, Gipuzkoa). *Veleia*. 27. 43-53.

SAN JOSE, S. (1999-2006). Prospecciones de la Edad del Hierro en el entorno de Basagain (Anoeta). *Arkeoikuska*. Vitoria-Gasteiz: Eusko Jaurlaritza-Gobierno Vasco.

SAN JOSE, S. (2006). Introducción a la metalurgia de la Protohistoria de Gipuzkoa. Estado de la cuestión. In *Actas do III Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu (Porto, 2005).* Porto: SEDPGYM, IPPAR. p. 125-137.

SAN JOSE, S.; RENZI, M. & ROVIRA, S. (2008). Caracterización de materiales férricos procedentes del poblado protohistórico de Basagain (Gipuzkoa, Euskal Herria). Estudio preliminar. In ROVIRA, S.; GARCÍA-HERAS, M.; GENER, M. & MONTERO, I. *VII Congreso Ibérico de Arqueometría (Madrid, Museo Arqueológico Nacional, 8-10 octubre de 2007).* Madrid. Edición electrónica. p. 400-499.

SECCIÓN DE ESPELEOLOGIA (1952). Catálogo Espeleológico de Guipúzcoa. *Munibe*. 4. 140-146.

SERNEELS, V. (1993). *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la siderurgie ancienne en Suisse occidentale*. Lausanne: Cahiers d'archeologie Romande. 61.

URTEAGA, M. M. (1997). Minería romana en Gipuzkoa. In *1er Coloquio Internacional sobre la Romanización en el País Vasco*, *Isturitz.* 8. Donostia. p. 491-515.

USABIAGA, H. (1974). *El valle de Aiztondo. Asteasu-Irura-Anoeta-Aduna-Alkiza-Larraul-Zizurkil-Ernialde*. San Sebastián: Caja de Ahorros Municipal de San Sebastián.

Resumen: En el presente artículo se presentan los resultados preliminares del estudio arqueometalúrgico que se está realizando en el monte Basagain (Anoeta). En su cima se sitúa un poblado fortificado de la Edad del Hierro y en sus laderas, fuera del recinto amurallado, se han localizado asimismo diferentes vestigios de aprovechamiento del mineral de hierro.

Los abundantes restos relacionados con los procesos de obtención y trabajo del hierro nos hacen pensar que la metalurgia sería una de las actividades importantes a la que se dedicaban los habitantes de este poblado y la existencia de mineral en las faldas del monte sería posiblemente uno de los principales motivos para la construcción del asentamiento protohistórico en este lugar del valle del Oria.

Es por ello que hemos iniciado un estudio tanto de los materiales arqueometalúrgicos, como de prospección y catalogación de los restos de minas y escorias localizados en sus laderas, para poder identificar por un lado la procedencia del mineral utilizado en la Edad del Hierro y por otro determinar la tipología y cronología de las minas, intentando obtener una visión diacrónica del aprovechamiento del mineral en este monte.

Palabras-Clave: Arqueometalurgia, Basagain, Mineral de hierro.

Abstract: The purpose of this article is to present the preliminary results of the archaeometallurgical study being carried out on Basagain Mountain in Anoeta. The mountain's peak is home to an Iron Age fortified settlement and on its slopes, outside the walled area, various traces of exploitation of the mountain's iron mineral have been found.

The abundant remains related to the processes of obtaining and working iron have led us to believe that metallurgy was one of the important activities carried out by the settlement's inhabitants and that the mineral's presence on the slopes of the mountain is perhaps one of the main reasons for the construction of the protohistoric settlement at this location in the Oria Valley.

For this reason, we have begun a study including analysis of the archaeometallurgical materials as well as the prospecting and cataloguing of the remains of mines and slag found on its slopes in order to identify the origin of the mineral used in the Iron Age and determine the typology and chronology of the mines, with the aim of obtaining a diachronic view of the exploitation of the mineral on this mountain.

Key-words: Archaeometallurgy, Basagain, Iron ore.

OF SLAGS AND MEN. IRON MINING AND METALLURGY IN THE MIRA VALLEY (SOUTHWEST PORTUGAL) FROM IRON AGE TO THE MIDDLE AGES

JORGE VILHENA[1]
MATHIEU GRANGÉ[2]

INTRODUCTION

Mining and metallurgy became one of the main topics of archaeological research in SW Iberia, especially after Rothenberg and Blanco Freijeiro's *Huelva archaeometallurgical survey* (Rothenberg & Blanco Freijeiro 1981), which motivated numerous studies concerning Pre- and Protohistory (Pérez Macías 1996; Hunt Ortiz 2003), as well as the Roman period (Domergue 1988; Pérez Macías 1998) and, later, the Medieval Islamic period (Bazzana & Trauth 2008; Pérez Macías 2008, 2010). However, in southern Portugal, the situation is quite different: the main research interest lays on the central, "classical", Pyrite Belt, and most of the available data concern very large scale Roman explorations of precious and semi-precious metals, as in the case of the Canal Caveira (Domergue 1988) and Aljustrel mines (Domergue 1983, Cauuet *et al.* 2002). In result, the weight of iron production seems largely underestimated, as the outlying zones of the Portuguese part of the Pyrite Belt remain mostly unknown (Domergue 1988; Alarcão 1988).

That is the case of the middle and lower Mira catchment, an area previously known as an archaeological "black-hole" in Southern Portugal. Fieldwork carried out from 1998 to 2002 was undertaken as part of a research program under

[1] PhD student, Faculty of Letters - University of Lisbon (UNIARQ – Archaeology Research Unit - Univ. Lisbon), FCT becary. jvilhena@campus.ul.pt

[2] PhD student. Univ. of Paris 1 (UMR 8167 Labo Islam Médiéval / CEAUCP and CAM), FCT becary. mathieu.grandg@gmail.com

direction of one of us (J. Vilhena)[3], comprising extensive field surveys followed by small-scale test excavations mainly focused on the Bronze Age and Iron Age (Vilhena 2006; Vilhena & Alves 2007; Vilhena & Grangé 2007). Around three hundred new sites were identified; amongst which 70 slag heaps that provided clear evidence for the exploitation of the local iron ore bodies. Yet, none has been excavated at that time, for they all date from Roman or post-Roman times, therefore lying outside the project's chronological frame. New research have been carried out since then, including excavations at the Islamic site of Várzea de Salamoa (2002, J. Vilhena dir., carried out in 2008 by M. Grangé), at the Iron Age ditch of Odemira hill-fort (2003, J. Vilhena dir.), and at the EIA necropolis of Pardieiro (2008-9, J. Vilhena & V. H. Correia, dir.). Finally, since 2006, M. Grangé undertook a systematic study of metallurgical remains and medieval pottery finds of the 1998-02 fieldworks, in the framework of a new project specifically dedicated to medieval iron metallurgy. This led to the first excavation of an iron-smelting place, Chaminé, carried out by M. Grangé. Although the data are still partial, the aim of this paper is to provide an assessment of the existing documentation on ancient iron metallurgy.

1. A BRIEF OVERVIEW OF THE STUDY AREA

Since its castle was incorporated into the Portuguese kingdom in mid-13th c., Odemira is the centre of the eponym municipality, heading an approximately square area of 50 x 50 km bordered by the sea, in the southwest of the province of Alentejo. Founded in the Iron Age, Odemira seems to have been abandoned in mid-first century AD and became occupied again only in the 12th-13th centuries. The town stands in the upper estuary where several roads converge into the first ford of the River Mira, which is the great cohesive force of the region[4]. Flowing for 100 km from its source, in the Mu hills at an altitude of 470 m a.s.l., the river and its tributaries deeply carved a landscape of hidden valleys, narrow and deep enough to impose serious difficulties to cross-country travel. Therefore, this is a secluded low mountains area, enclosed upon itself and traditionally peripheral to the vast inland plains of the Alentejo as, to the south, it is separated from the Algarve by the tallest granitic mountain of Monchique (900 m a.s.l.); a region to where people and things can came in or out through difficult hill tracks, or by the

[3] With the support of the former Portuguese Institute for Archaeology (IPA), and the Municipality of Odemira.

[4] Actually, the name Odemira was formed by the prefix Ode-, the south Portuguese usual adaptation of the Arab word wadi, "river", to the pre-roman stem mira of Celtic origin (muir) also meaning "water" or "sea"/ "river".

"liquid road" provided by the river. As it reaches the sea level in a riverbed with minimal drop just up-stream of Odemira, the *rio* Mira is in fact a placid estuary canal, permanently invaded by tides. This entire estuary canal was yet in mid-20th century navigable by sea-going ships like two-masted brigs, despite the difficulties in passing the narrow river mouth into the large estuary and the haven of Milfontes, after sailing along an inhospitable coastline of high cliffs or massive dunes. In fact, the earliest reference to this territory reflects this estuarine reality: it dates from 1191, when the English crusader Roger of Howden mentions a "*portum Deordimire*" in his description of the coast between Lisbon and the Cape of Saint Vincent; later in 1245 the castle of Odemira was given to the bishop of Oporto with the fees from its port sea trading (Quaresma 2006).

The navigability of the estuary is of great interest for iron metallurgy. Flowing by the S. Luís Mountains, where the main mineralizations are to be found, it then meanders into the hinterland to the port of Odemira, situated in the heart of the low hills where minor ore bodies occur. Since late 19th c., iron ore of the S. Luís area was exported via the river's intermediary port of Casa Branca, and the situation is likely to have been so in ancient times.

Different landscapes occur north and south of the Mira's lower section. The first is a traditionally more inhabited area with a multitude of scattered hamlets and farms, a long-trend settlement pattern, which started in late Roman times and increases substantially in the Early Middle Age. To the west, the best lands are separated from the sea and the adjacent semi-desert coastal plain, buffeted by sea winds, and by the narrow mountain chain of Cercal-S. Luis, running for 15 km along the coast. To the south, this barrier effect is not available in the vast moor dominated by large flat-topped table hills with distinctive trapezoidal shape, bearing caps of strongly ferruginous muddy-conglomeratic strata containing large amounts of quartz pebbles on the top (*rañas*). If the Mira's northern lands are good for gardens and orchards, this is cattle country (Feio 1983, p. 196-198).

The proximity of the ocean and the course of hill barriers induce the flow of cool breezes inland and one of highest amount of rainfall in southwest Iberia (Feio 1983, p. 30). Consequently, there are large semi-natural forests of genus *quercus* and thick shrub woods[5]. In the 1960's, mechanical eucalyptus plantations destroyed vast areas, as a great part of the Cercal-S. Luís Mountains.

[5] The charcoal of the strain of a particular bush, red-heather (Erica australis), was used for its high calorific properties by local blacksmiths (Vilhena 2008).

2. THE FERROUS RECOURSES AND THE PROBLEM OF THEIR MINING EXPLOITATION

The study area includes three main geological units (Fig.1): the Mira Formation (Lower Carboniferous schist and greywack of the *flysch* group of the South Portuguese Zone); the Volcano-Sedimentary complex (VS, Lower Carboniferous) of the S. Luís-Cercal mountains, mostly composed of acidic volcanic rocks; and the Pliocene marine abrasion littoral platform. The area is crossed from the SO to the ENE by the extensive geological fault S. Teotónio-Messejana-Elvas, forming a *horst* relief in the Colos-Relíquias zone.

In this geological context, we note the presence of various types of ore deposits. Unfortunately, the current chemical and mineralogical knowledge of these ores is for now far from satisfactory. It is essentially based on data obtained in the 1940-50's, with the analytical facilities and the geological theoretical framework of that period (Gomes 1957)[6], and are only suitable for a preliminary characterization of the ferrous resources (see Table 1 and Fig. 1). Thus, we can distinguish between primary and secondary deposits.

There are two types of primary deposits. **1/** The Fe-Mn hydrothermal veins (stockwork type) are the most important. Located exclusively in the VS, it is assumed that their formation is due to the filling of a fault system orientated WSW-ENE, by a fluid solution charged by Fe-Mn carbonates, and later altered into oxides. The average Fe_2O_3 content is approximately 60%, and the average MnO content is around 10%, which is quite interesting. **2/** The so-called "impregnated schists" are said to proceed from the same hydrothermal solution, having filled innumerable micro-fractures in different types of schist, as well as the schistosity planes, replacing a

Table 1. Percentages of the principal chemical elements (minimum, maximum, and average) of the main types of ore located in the study area, with indication of the number of available analysis (Nb.) per element (based on GOMES 1957)

	Hydrothermal veins				Impregnated schists				Pea ore				Ferruginous sandstone			
	Nb	Min %	Max %	Av %	Nb	Min %	Max %	Av %	Nb	Min %	Max %	Av %	Nb	Min %	Max %	Av %
Fe2O3	227	16.7	83.4	61.9	44	26.7	77.7	55.9	18	26.8	70.6	43.9	8	1.2	59.0	21.9
MnO	227	0.2	33.8	10.1	44	0.7	46.8	9.1	18	0.04	28.2	6.8	8	0.04	30.6	16.2
Al2O3	44	0.0	11.6	2.5	0	–	–	–	2	5.8	6.1	5.9	2	2.83	8.7	5.7
SiO2	227	1	56.5	12.2	44	4.4	42.9	19.8	18	7.8	60.1	31.6	8	16.3	55.3	47

[6] An on-going MA thesis, in course at the Faculty of Sciences of the University of Lisbon, will upgrade the current knowledge of these ores.

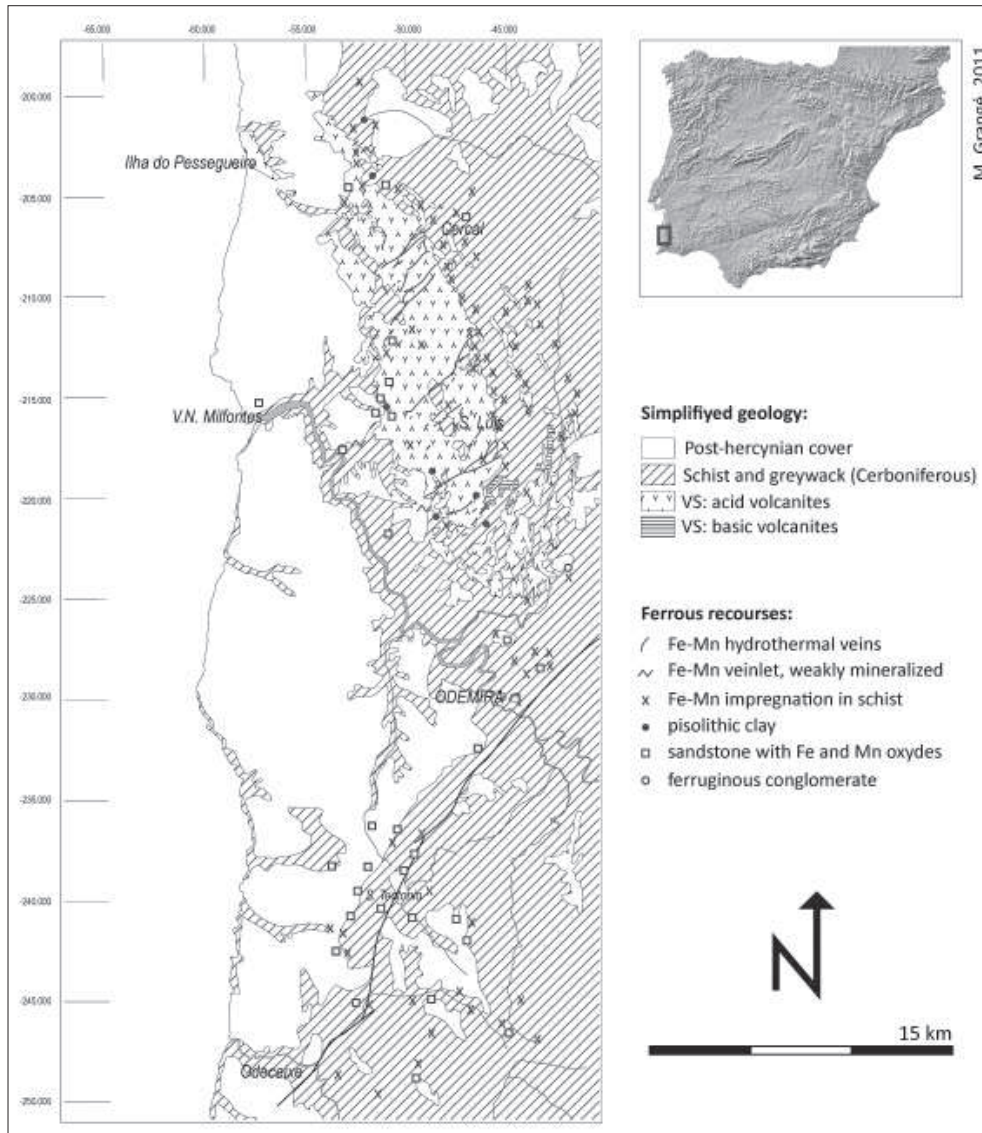



Figure 1. Simplified geological map of the study area, with indication of the Fe-Mn deposits.

great part of the matter of the original rock, to make it barely recognizable (Gomes 1957). They generally form stratiform outcrops about 2 m deep, situated close to the hydrothermal veins and in the surrounding schist of the Mira formation. The Fe and Mn contents are appreciable too.

The secondary deposits consist essentially in strata of pisolithic clay (pea iron ore, locally called *olhos de sapo*, "frog eyes"), formed by intense weathering of the

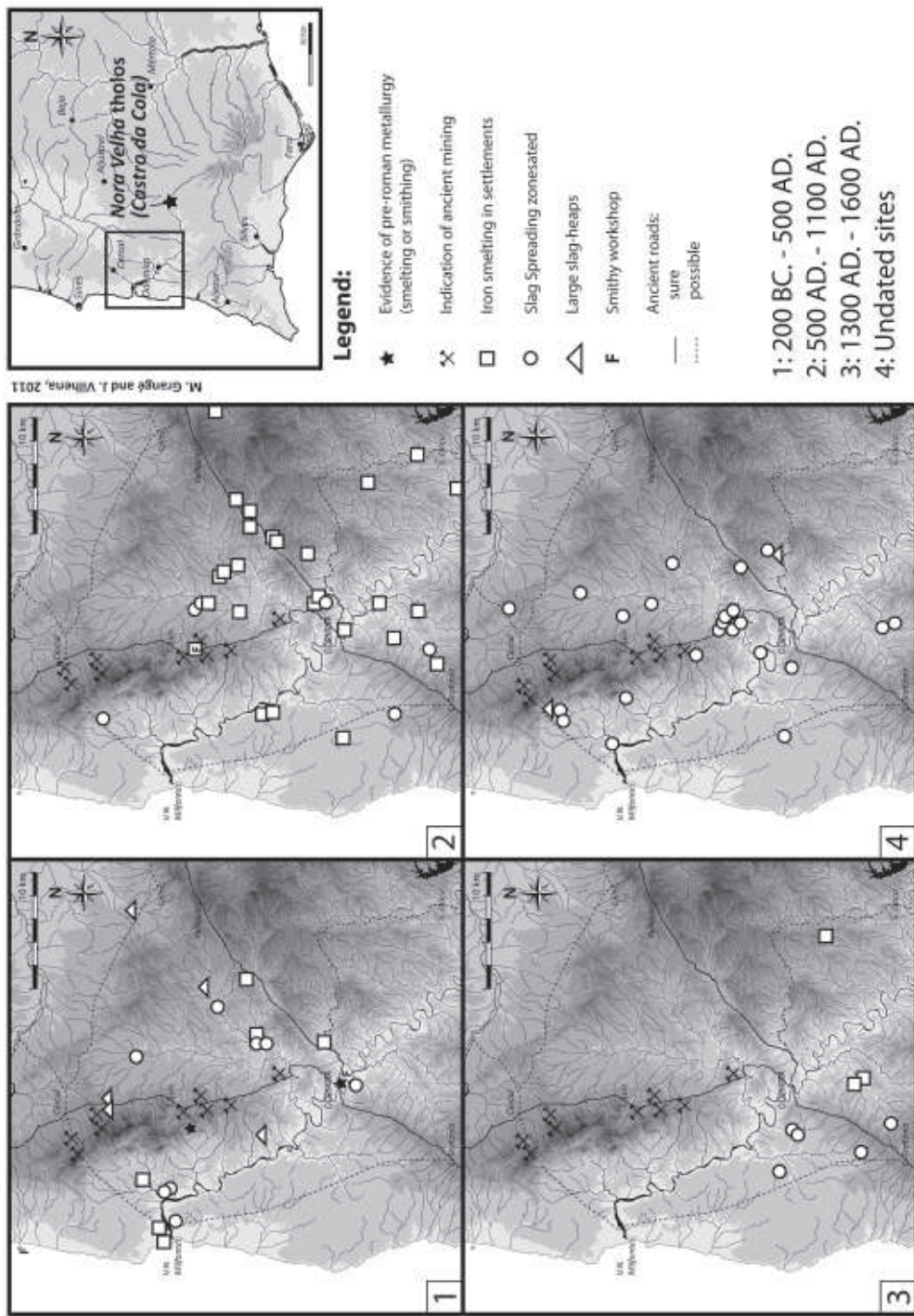



Figure 2. Smelting places and smithy workshops of the lower Mira catchment based on survey and excavation results available in May 2011.

parent rock under hot and wet climatic conditions. They occur on the edges of the VS and on the littoral platform, and are considered, in some cases, of Tertiary and Quaternary age (Marques *et al.* 1981). The Fe and Mn contents are slightly lower, and the Si and Al contents are higher, but it can be considered as a good iron ore, especially in the case of the Cerro do Rossio deposit (Aljezur), where Fe_2O_3 content reaches 70% (Gomes 1957). We also observe crusts of ferruginous sandstone (with very high Mn content) and ferruginous conglomerate (no available analytical data), resulting from the erosion and weathering of the primary deposits. The effects of these processes can locally lead to the formation of various other types of deposits, such as rolled iron oxides nodules in alluvium clay, which can be found, for instance, near the Roman smelting and smithy workshop of Ameixiais de Cima 4. These secondary ore bodies, as well as small *gossan* deposits and "fault-filling" type deposits, often occur nearby the great Messejana fault. They are unsurprisingly more siliceous and small-sized. For this reason, they have been considered by modern mining industry as irrelevant. However, they potentially (or effectively, in some cases) constitute an interesting raw material for preindustrial metallurgy using bloomery process.

The interest of these types of ore bodies not only lays in the relevant Fe and Mn contents, likely to facilitate the direct production of steel during direct bloomery smelting, but also in the characteristics of the deposits themselves, easily recognizable and accessible by ancient mining techniques. Unfortunately, the present research, more focused on metallurgy, has not included a fully developed part of mining archaeology. The mining areas identified during field-walking survey are frequently poorly preserved, intersected by modern exploitations, recovered by modern spoil heaps or destroyed by recent eucalyptus plantations. No exploration of the ancient subterranean works has been carried out yet. However, the data contained in the early "mining reports" of the 20th c., combined with field observation, allows some preliminary considerations.

The case of the hydrothermal veins is particularly interesting: the mineralization is generally inclining to the SE, with a thick quartz wall standing at the lower (NW) wall of the vein. The presence of quartz, constituting an erosion-resistant material, leads to the formation of elongated hills with the vein outcrops on the top of the crest. This configuration conditioned the mining techniques: the most evident is the realization of a longitudinal opencast trench along the outcrop, as observed in various cases such as the Serra da Mina (Fig. 3.1). In the Pendões mine, the miners excavated circular shafts and gallery entrances directly in the of the vein (Fig. 3.2); tap slags and medieval potsherd were identified very close to ancient mining works. At Serra da Mina, an original system of inclined shafts on the SE slope of the hill allowed the ancient miners to reach the deep part of the mineralization

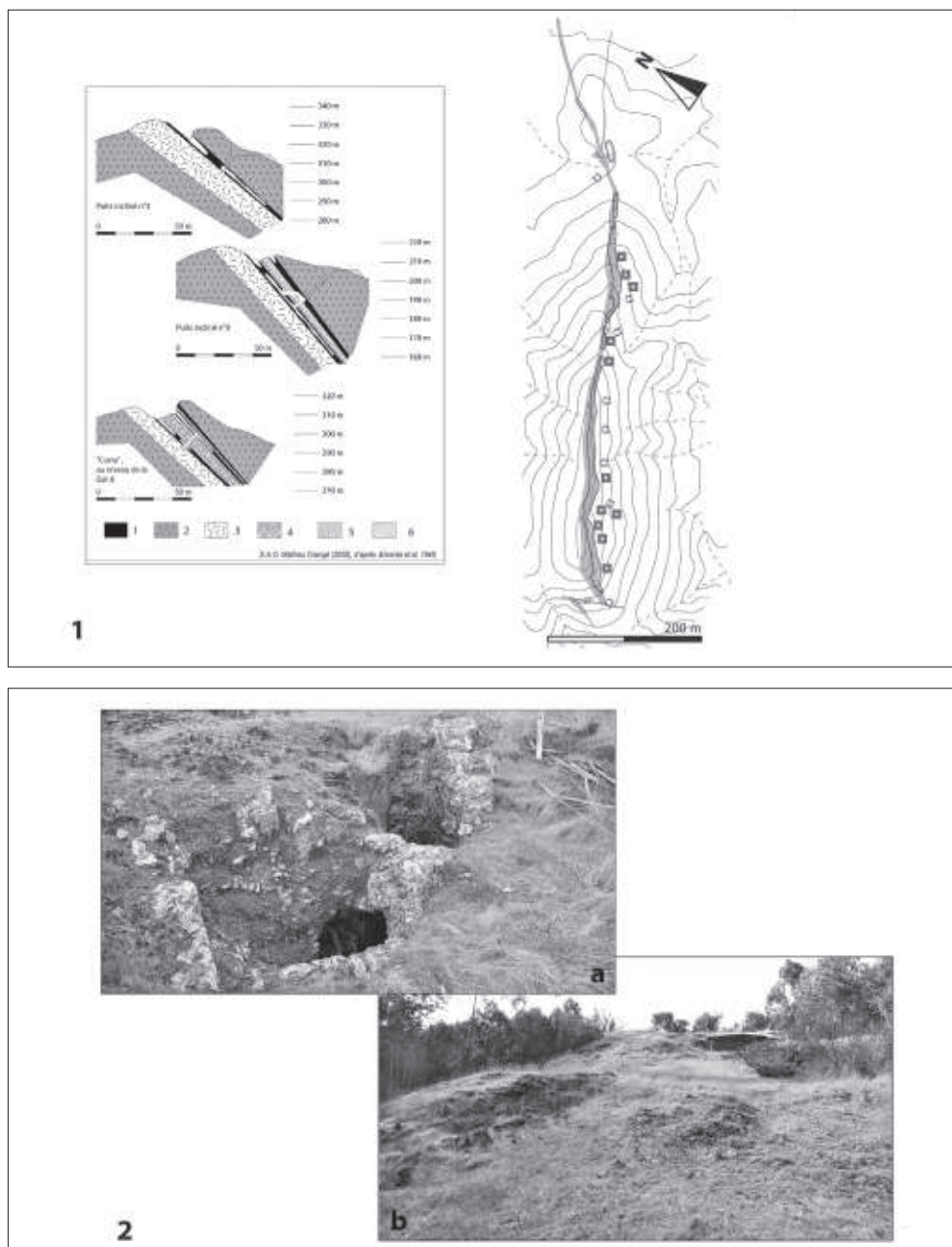



Figure 3. Selection of mining works identified in the study area.
1 – Serra da Mina (Cercal), topographical plan with indication of the ancient "inclined shafts" (red) and galleries (black), and section of some old mining works.
2 – Pendões (S. Luís); a: shaft mouth open directly in the vein outcrop, b: ancient spoil-heaps on the pit-head of the old mining works.

directly *via* the upper wall of the vein, avoiding having to cross the quartz strata of the lower wall (Fig. 3.1). This was completed by a system of small extraction galleries excavated into the body of the vein, exploiting the richest mineralization (and the most manganiferous ones). Unfortunately, these ancient works have been destroyed by modern mining works, and are only known thanks to the description, plans and sections contained in the geological report of the 1950's (Gomes 1957).

Furthermore, the middle 19th c. exploitations in the area, reworking ancient pre-industrial mines, is due both to individual "peasant" enterprises initially searching for iron, manganese, copper, lead or silver, but also by initiative of some important local and national figures, such as superior army officers, deputies, major landowners, city businessman, or Spanish and British adventurers and entrepreneurs in search for fortune. Thus, they did not lead to the constitution of any archaeological collections, as occurred in Aljustrel, Tharsis or Rio Tinto, which were in the hands of foreign capital and brought a plethora of mining engineers, whose formation included "classical" studies. The only archaeological find possibly linked to the mid-19th c. re-exploitation is an extremely rare 4th c. AD spherical glass vase engraved with views of the Roman port of *Puteoli* (Puzzoles, near Naples)[7], which is said to have been found prior to 1867 inside a mine near Odemira (Oleiro 1963 *apud* Alarcão 1988, p. 179 & Fig. 153). In fact, several requests for mine concession recorded in the Municipality's books of "*Register of the discoverers of mines*" (Arquivo Histórico do Município de Odemira, AG 6/1 – 1859-1867) are frequently justified by applicants because of the presence of "vestiges of old mining works", "ancient shafts", "abundance of mineral slags from immemorial times", "ancient vestiges", and so on. This concerns 20 mines (Fig. 2), many of them still identifiable, located either in the Cercal – S. Luís hills or in the hinterland[8]. In two of them, Corte Pinheiro[9] and Pendões (S. Luís), we identified medieval potsherds and, at Pendões, a concentration of smelting slags related to the ancient mining works. Mining trenches presumably dating back to Middle or Late Bronze Age were also identified in the base of the north slope of the Full-Late

---

[7] Only 6 vases of the "Puteoli Series", including the Odemira one, are known in the Roman world.

[8] These are: the Cercal hill mines of Rosalgar, Serra da Mina, Mandorelha, Fonte Santa, Serra da Gurita, Sodo, Matinha, Toca do Mocho, Castanheira and Fontainha; the S. Luis hill mines of Serra da Velha, Penedo Amarelo, Vargeira, Corte Pinheiro and Pendões in the Torgal basin,; and the lowland mines Zambujeira do Rio in the Mira's estuary left margin, Alcaria da Cova (?); Algares in S. Teotónio hills near the south limits of Odemira municipality); Cerro da Bica and Monte das Pereiras in the east part of the same county.

[9] In Barranquinho in the immediate outskirts of the village of St. Luis, where slags occur, three graves have been found during the 60's, cut down into the bed rock, measuring 1.1 x 1.4 m and orientated N-S. Below the slabs (some of them with holes) that covered the graves, were found, in one, a "small yellow jug", in another, a "iron mallet", possibly a blacksmithing or mining tool. Possibly, the graves date from the Roman or Early medieval period.

Bonze Age hill-fort of Vale Feixe, 5 km east of Odemira (Hunt Ortiz 2003; Vilhena & Alves 2007). Nevertheless, only one vague textual reference is related to possible medieval mining in the area: in 1319, king D. Dinis granted the castle and lands of Odemira as hereditary feud to the Genovese sea merchant Emanuele Pessagno, Admiral of the Portuguese war navy, with exception of any "*veins of metal ore*" that may be found (Quaresma 2006, p. 78).

Despite these data, and in the absence of an archaeological project especially dedicated to the study of ancient mining, the only way to provide a chronology for the exploitation of these deposits is, for now, to date the smelting remains identified in field-walking surveys (Fig. 2).

3. THE INCEPTION OF IRON METALLURGY IN THE REGION

The widespread of iron working in western Iberia is usually thought as a direct consequence either of the coming of Central European peoples, or of colonial contacts with Phoenician sea traders (Pleiner 1980; Gamito 1989). In fact, the earlier evidence of iron metallurgy in Portuguese territory, dating from mid-7th to late-6th c. BC, have been found in the Phoenician trading post of Abul A in the Sado estuary, and in the orientalising hill-fort of Castro Marim, in the Guadiana ancient mouth (Mayet & Silva 2000, Pereira 2008, Arruda 2009). However, the inception of iron working in west Iberia must predate Phoenician colonization in the 8th–7th c. BC, since about 30 objects made of probably imported soft iron were locally shaped by cold hammering following indigenous models of bronze tools. These were found in 13-12th to 10th c. BC Late Bronze Age (LBA) settlements in central Portugal (Vilaça 2006).

In the Mira lower valley, the oldest object of iron known is part of a circular-section spearhead found inside a ceramic urn in a 6th or 5th c. BC pit grave cemetery, recovered in the 1930's at Galeado[10], on the right banks of the lower estuary (Beirão & Gomes 1983; Vilhena 2006). Further upstream, several iron weapons were found in Early Iron Age (EIA) monumental tombs dating from 8th to 5th c. BC[11]: massive socketed spearheads either circular or leaf-shaped with midrib and pointed long butts, javelins, darts, *soliferrea,* both polearms and ranged weapons normally found in an unusable state by bending or breaking; as well as smaller curved *falcata*-shaped daggers (Beirão 1986; Gamito 1989; Correia & Parreira 2002). Reliable radiocarbon

---

[10] Close to the place where a long boat of oak trunk was found sunken in the mud of a brook running into the estuary. Other published materials from Galeado (Beirão & Gomes 1983), actually comes from old excavations in the EIA cemetery of Alcácer do Sal.

[11] The tombs with most iron weapons are Pego, Mealha-Nova, Chada, Cerro do Ouro, Fonte Santa, Fernão Vaz, Vaga da Cascalheira, Nora Velha 2 (Ourique), Mouriços (Almodôvar), and Pardieiro (Odemira).

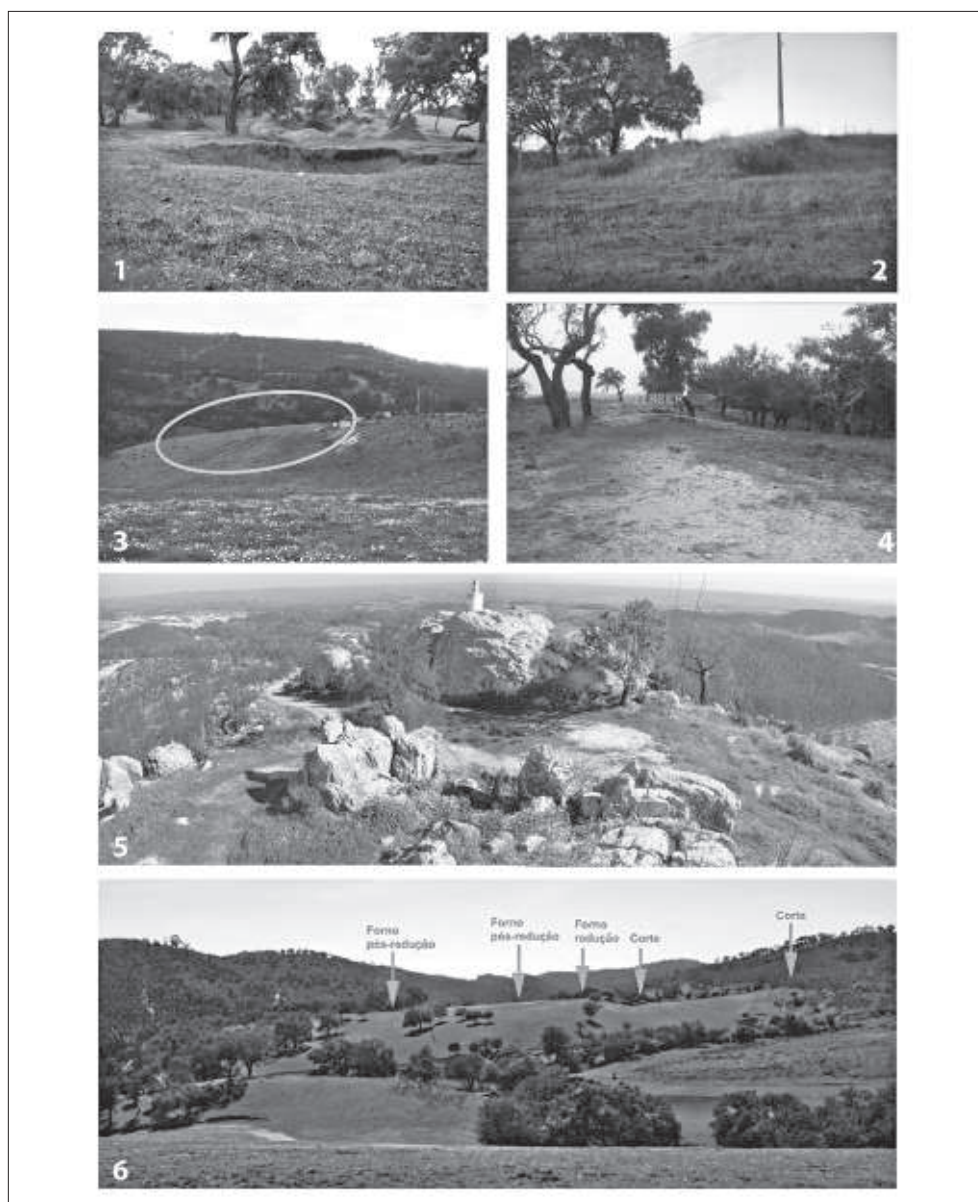



Figure 4. Photographs of various metallurgical workshops of the Mira valley. 1 – Large roman slag-heap of Adurraco 1, Cercal (note the thickness of the slag deposit). 2 – Remaining part of the presumably Roman large slag-heap of Monte Figueiras (Relíquias). 3 – Undated slag-heap of Monte do Pomar, Odemira-Sta. Maria (note the micro-relief). 4 – Small "slag spreading zone" of Cerro do Oiro 2, S. Luís, nearby the eponym Islamic settlement. 5 – Panoramic view of the hilltop of S. Domingos, S. Luís, where LBA/EIA pottery and iron slag occur (note the ruins of St. Dominic chapel on the central batholith). 6 –Panoramic view of Ameixiais de Cima 4, Sta. Maria; from right to left: opencast mining trench, idem, smelting slags concentration, post-smelting slags concentration, idem.

dates[12] for these contexts were obtained from Nora Velha 2 Tomb Nr. 8 (Vilhena 2008). With or without weapons[13], the tombs are thought as family-type cemeteries[14] in which the presence of iron arms should indicate the status of warriors for the deceased (Beirão 1986, Gamito 1989). But it is also possible that these iron weapons were the equipment of shepherds or big prey hunters, or even symbols of adulthood status for people that may not have been committed in war activities (Sánchez-Romero 2005; Vilhena 2008). The absence of any other warrior's panoply, as swords in particular[15], seems significant. Not much else is known about the LBA-EIA people who lived in the Mira basin. Large slabs engraved with Southwest script, occasionally found in the mentioned EIA tombs and containing an Indo-European (Celtic?) language (Koch 2010), show a certain degree of Mediterranean acculturation that may have been concomitant to the inception of iron production in the area. Only one iron tool have been documented so far in a related EIA settlement: a curved knife from Fernão Vaz, a 6th to 5th c. BC palace residence possibly associated to a sanctuary on the Mira riverside (Beirão 1986; Correia 1995).

The provenance and technical features of the mentioned iron implements remain unknown. Therefore, despite of the availability of good iron ore and the amount of the EIA iron artefacts, there are virtually no remains of contemporary local iron production in the Mira valley. An indirect evidence of earlier iron working has recently been re-discovered. Next to the LBA-EIA hill-fort of Castro de Cola stands the 3rd millennium BC *tholos* of Nora Velha 1 (Fig. 2), which has been reused during LBA. From this period, were exhumed at NV1 several funerary urns, as well as pottery and precious artefacts (made of gold, bronze and amber), dating back from the 9th or 8th c. BC (Viana1961; Jimenez 2002; Vilhena 2006). Among

[12] A charcoal sample from the lower compartment of NV2 (Tomb nr. 8 Grave A) produced a date (ICEN 1102: -2720±50 BP) of 976-800 cal BC (95, 4% probability); another charcoal sample from NV2 (Grave 8B) produced a date (ICEN 1103: -2540±90 BP) of 830- 407 cal BC (at 95.4% probability). Also two other 14C dates are published for two of the area's EIA tombs, one Pego, the other of Favela (Gamito 1991). Pego produced a date (Q Pego 2425±50) of 752-401 cal BC at 95.4% probability. Favela produced a date (Q Favela 2375±50) of 751-376 cal BC at 95.4% probability. Re-calibration dates (for NV1 confront with Vilhena 2008, p. 383) were obtained using OxCal 4.1 quick calibration with IntCal09 Curve.

[13] Paraphernalia of funerary offerings and personal ornaments have also been found in the tombs: bronze, silver and gold ornaments, pottery, glass and amber beads, and Egyptian scarabs, which despite diversity are somewhat pitiable if compared with other EIA necropolises in SW Iberia.

[14] An alternative recent interpretation (Vilhena 2008) proposes that some tombs of personages of social or religious importance were might have become to be seen as charnel-house shrines and, thus, became attractive to place the tombs of people who wanted to stay under their protection in the afterlife, subsequently originating vast necropolis.

[15] Although one bronze sword dated from 8th c. BC was found as a riverside deposition in Castro de Cola close to the vitrified greywacke concentration; an iron antennae sword later than the 5th c. BC has also been found at the top of the same hill-fort (Viana 1961).

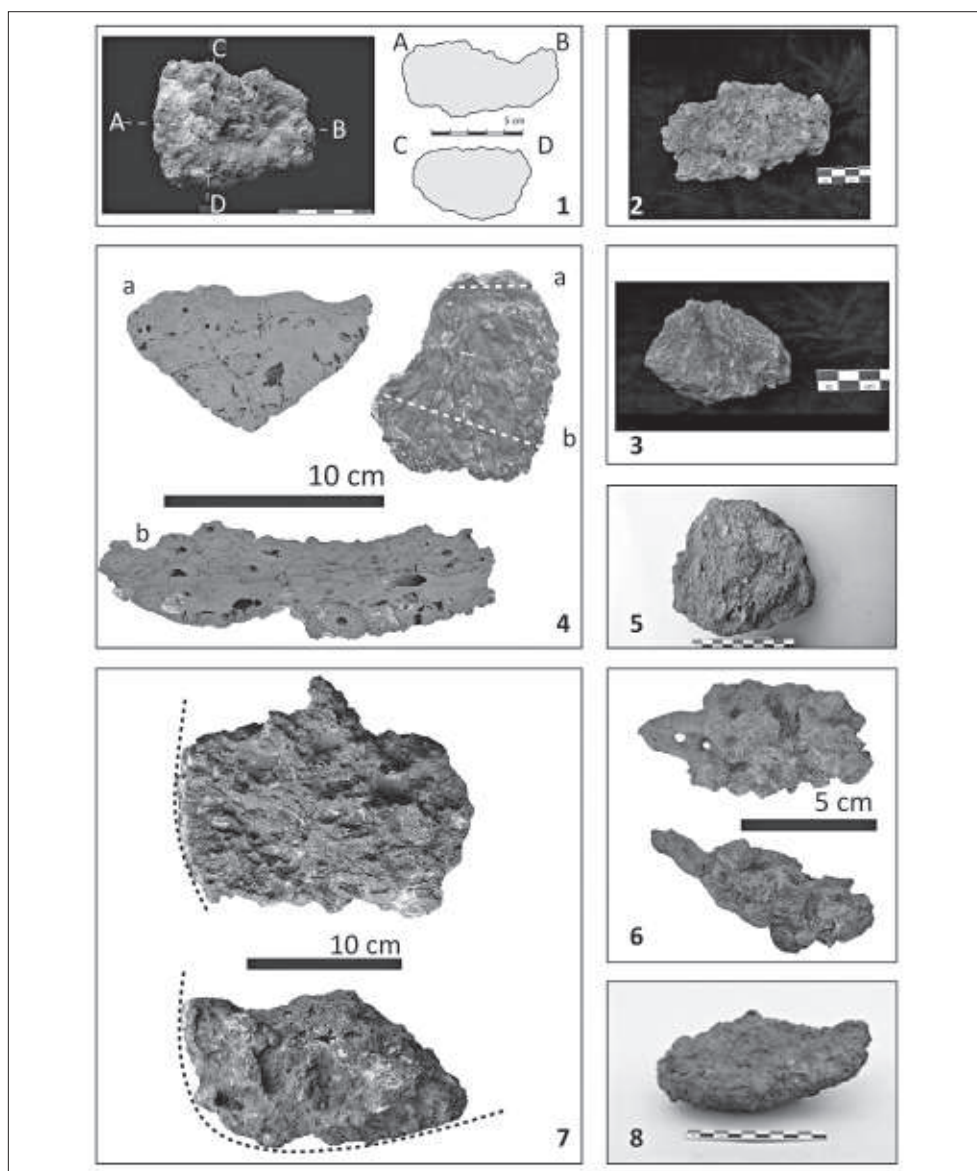



Figure 5. Selection of slags evoked in the text. 1 – Iron slag of the Nora Velha 2 *tholos* (9th-8th c. BC). 2 – Smithing slag from the 1st c. BC deposits of the filling of Odemira's "Castle Hill" ditch. 3 – Iron slag recovered at the hilltop of the LBA/EIA settlement of S. Domingos (S. Luís). 4 – Typical example of smelting dense tap-slag from Várzea da Salamoa, Odemira (9th c. AD), with respective sections (top view with localization of the sections not at scale). 5 – Example of internal smelting slag, with fired clay adhering at the bottom, from the Late Imperial slag-heap of Adurraco 1, Cercal. 6 – Small reheating slag, formed by residual slag-flux during bloom refining, found in situ in the hearth St.1 at the Early Medieval smalting workshop of Chaminé, S. Luís. 7 – Typical example of smithing hearth bottom from Caniveta 1, S. Luís. 8 – Another example of smithing hearth bottom from Ameixias de Cima 4, 1st c. AD.

this material, there is a 190 g calotte-shape slag (Fig. 5.1), never mentioned by the excavation director, Abel Viana (Vilhena & Gonçalves forthcoming). It shows a dusty brown surface with some schist splinters attached and red and yellow spots of heavy corrosion. Beneath the surface fractures, it shows iron-grey matrix with few vesicles. Magnet indicates high proportion of metallic iron. It is very difficult to determine prior to archaeometrical analysis if it is a bloom fragment with adhering slag or a plano-convex smithing hearth bottom.

The presence of this slag in a burial context must be stressed. Especially if we consider that in the nearby EIA grave of Monte Poço provided, amid the 6th or 5th c. BC potsherds recovered in the 1980's, a 5 cm diameter entirely vitrified spherical block of greywacke. This may come from a metallurgical furnace or, more possible, from Castro da Cola where have been found important evidence of stone walls and ramparts vitrification, as in four other LBA-EIA hill-forts of the area[16] (Vilhena 2006; Vilhena & Gonçalves forthcoming). Due to the number of occurrences, they seem to prove a fully understood use of pyrotechnical techniques during local LBA, if we believe, as Ian Ralston (2006, p. 143-163) does, that it was an intentional event for site-closing with the deploy of temperatures high enough to cause stone melting, as in the metallurgical process (Kresten 2004; Vilhena & Gonçalves forthcoming). In consequences, one can suppose that material altered by fire was believed to have some kind of arcane or theurgist properties in the local LBA and EIA people's mind. Furthermore, copper slags have been found in Bronze Age graves in the Huelva region, and the Portuguese EIA tombs of Gaio (Sines) and Roça do Casal do Meio (Sesimbra) contained respectively a casting mould and hematite nodules (Pérez Macias 1996; Vilaça 2006; Vilhena & Gonçalves forthcoming).

The second place in the Mira valley with possible evidence of early iron-smelting is the conspicuous conical hill of São Domingos, one of the main peaks of S. Luís mountain chain (Fig. 2), facing the estuary and the ocean from where it stands as the first towering hill (320 m a.s.l.) in the coastline, and reference for navigation. The rocky summit (Fig. 4.5) has several massive iron-oxide red upright outcrops and white batholiths, one of the latter bearing on its top the ruins of the early modern chapel of Saint Dominic, as once the peak was a local sanctuary. Potsherds of fine burnished hand-made bowls of the LBA-EIA transition (8th-7th c. BC) attest prehistoric[17] occupation of the hilltop, sheltered

[16] These are Cerro das Alminhas 1 (excavation undertaken by J. Vilhena); Cidade da Rocha; Castelo de Vale Feixe in Odemira; and Garvão (excavation undertaken by T. Ricou); and in an unexcavated part of Castro da Cola, upon to the river bank, where the bronze sword has been found.

[17] Prior dwelling or attendance of the place in the Neolithic is also possible as suggested by some potsherd finds, but this is rather atypical since the well-known sites of this period in the region are always located in plain and low coastal and riverside areas.

by powerful outcrops. The good quality of the entire ceramic points out to a burial or cult context, rather than an ordinary settlement or dwelling place. In the same place we found black amorphous pieces of burnt clay, partly vitrified stone (from furnace lining?), and a 160,5 g non-tapped dense smelting slag, fayalitic and slightly magnetic, showing a rippled smooth black surface (Fig. 5.3). This internal furnace iron slag and other metallurgical vestiges come from surface scatter, which raises the problem of dating and interpretation. Internal flow slags are the most common waste product found from a non-slag tapping furnace. The lack of the elsewhere-abundant tapped-slag, which in SW Iberia seems to appear only from the Roman period, suggests that the metallurgical residues could be related to the site's occupation during the LBA-EIA transition. Rock veins in the site rocks offer iron oxides (hematite and goethite), which could have been smelted close by. Smelting on mountaintops was not uncommon in Pre-history, once it allows taking advantage of winds (in this case, a regular sea breeze) for furnace ventilation. As the NV1 case of an iron slag in a *tholos* points out, slags can also arise in funerary or, by extension, cultic places, at the beginnings of iron metallurgy. It is possible that S. Domingos was already an ancient holy mount in late Pre-history, where the distinctive red and white vertical rock facades on the conspicuous summit close to the sea could have propitiated a good natural setting for a long-lasting peak sanctuary. Thus, one can wonder if the earliest iron-production was undertaken close to sacred places, and then why.

The third case of pre-Roman ironworking presented here is a context of dumped slags. The Iron Age hill-fort of the Cerro do Castelo ("castle hill") of Odemira rises 30 m above the course of Mira river (Fig. 2). In 2003, the rescue excavation of part of the ditch on the northeastern slope of the hill-fort provided the first data about regular iron production. The ditch was cut into the bedrock (schist) in 4th or early 3rd c. BC with 2.1 m in width and over 2.5 m in depth, and presents a U-shaped profile (Vilhena & Rodrigues 2009). The 12 m section excavated was filled to the top with undisturbed stratigraphy, including iron slags and other ironworking residues, nevertheless metallic objects finds are scarce[18]. An initial accumulation of mud in the ditch's bottom (unit [51]), followed by dumps ([50] & [46]) with many pebbles and pottery of local and Punic fabric or imitations, contained 13 post-smelting slags and a possible 753 g smelting furnace bottom. Later, possibly in the late-3rd or early-2nd c. BC, large blocks of rock from the southern wall collapsed into the ditch's bottom, followed by a deposition of animal body parts (mostly bovine) and

[18] Only 1 bronze *fibula* of western Iberia "*transmontano*" type, a large bronze net shuttle for fishing net making and repair, two bronze coins, one amorphous piece of lead and fragments of an iron blade, possibly of a knife, all found in units [37] & [38].

a thick dump layer of red clay ([44]) before bone dispersion by scavengers. Later layers begin to fall into the ditch through the gap open by the south wall collapse; from the first half of 2nd c. BC the first Roman imports[19] start to appear in layer [42]. From the pre-Roman layers [44] and [43] were unearthed 6 sizable post-smelting slags (Fig. 5.2) and a possible smelting slag. Finally, the deposit [39], and subsequently from the mid-1st century BC to the two last decades BC, thick dump layers ([38]), mostly of amphorae of Punic and Italic models, were thrown from the same spot above the gap in the south wall, completing the filling of the ditch. The 1st c. BC Roman period layers [39] and [38] contained 21 post-smelting slags and nine slag cakes or fragments of non-tapped smelting slags.

Therefore, amid the 11.284 kg of metallurgical waste recovered during excavation, most of the slags are related to post-smelting operations (bloom refining or smithing). We recovered both in 3rd-2nd and 1st c. BC layers several plano-convex smithing hearth bottoms, with individual weight up to 625 g, and four possible *gromps* (Fe fragments impregnated with slag, broken away during bloom refining). From smithing process, comparatively less dense and more magnetic slags have also been found; some are smithing hearth bottoms that show the shape of the bottom and walls fragments of the hearths, the largest weighting 568 g. Smelting slags, including large fragments of furnace-bottoms, are non-tapped, slightly magnetic, showing few or no porosities and rippled smooth black surfaces. The total amount of slags with size over 2 cm found in the site is of up to 3.364 kg of smelting slags (0.852 kg from Iron Age layers plus 2.512 from Roman layers), 6.752 kg of bloom refining or smiting slags (4.248 kg from Iron Age layers plus 2.503 kg from Roman layers), and finally 1.168 kg of non-diagnostic slag.

In accordance with the presence of possible non-tapped smelting slags, we also recovered from the 4-3rd to mid-2nd and 1st c. BC strata fragments of ferruginous sandstone, *gossan*, and impregnated schists, all available in the vicinity of Odemira and which may have been used as ore. Size varies from 10 g fragments to over 1 kg uncrushed blocks, the latter found only in Iron Age layers. Numerous fragments of fired clay from furnace or hearth linings have been also found, as well as tuyere fragments (only in pre-Roman units [46], [44] and [43]). They are all made of clay, showing external surface vitrification. One of them (from u. [46]) is a tuyere mouth inserted into the hearth, with magnetic slag adhering on the surface. These were all large pipe-type tuyeres with circular or oval section with width over 28 mm, for which would be needed large bellows.

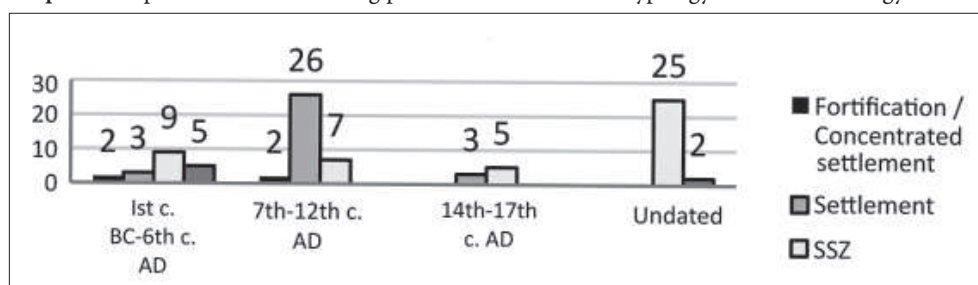
Slags and other metallurgical residues dumped into the same section of the ditch seems to show the maintenance of the smithy workshop during several

[19] Lamboglia's Class A Campanian fine ware.

stages of ironworking in the same place of the north-eastern internal area of the settlement in the 4th-3rd c. BC and in the 1st c. BC, with a reduced amount or even a possible hiatus of production from mid to late 2nd c. BC. Iron smelting, probably intermittent in the Iron Age, became more frequent in the 1st century BC. Smelting and the initial stages of bloom refining can occur in the same primary production site; thus, it is not surprising to find together residues of the both activities in the ditch dumps. However, the amount of metallurgical residues is too limited to allow a definitive statement. Furthermore, it is generally accepted that throughout Iron Age Europe, smelting activities are not recorded in proto-urban sites, they usually occur close to ore and fuel sources (see various art. in Milcent ed. 2007). Yet, this is not necessarily the case in Iberia. In the celtiberian state-head city of Segeda I (Zaragoza, NE Spain), a 2nd c. BC structure, interpreted as a bowl smelting furnace with internal slag, has been found in an open area between two contemporary houses and a rectangular room, where iron ore pieces, plano-convex slag cake & other non-tapped slags, iron blooms and an iron ingot have also been escavated (Rovira & Burillo 2003), but this could be a smithy workshop. Such evidence is analogous with the pre-Roman and early Roman metallurgical residues from the Odemira castle hill ditch.

4. THE RISE OF A SMELTING DISTRICT DURING THE ROMAN AND ISLAMIC PERIODS

From the Roman period onwards, the evidences of ancient metallurgy are more consistent, indicating the real beginning of the exploitation of the ferrous resources of the region. However, one has to keep in mind that we are limited in the study of these remains, due to chronological problems and post-depositional factors. Despite of these limitations, we have identified *c.* 90 smelting places, dating from the pre-Roman and late Republican period to the early Modern times. 30% of the identified smelting sites remain undated (see Fig. 2 and Graph. 1).

Graphic 1. Repartition of the smelting places in function of the typology and the chronology

For the moment, the earliest Roman smelting site dates from the 1st c. AD and is located in Ameixias de Cima 4 (Fig. 4.6). It consists of an elongated platform delimitated by a large mining trench, where three concentrations of slags were individualized: one with the earliest large tap slags found in the area and two others with smithing hearth bottoms (Fig. 5.8), as well as pebble hammer-stones (Rodrigues & Vilhena forthcoming). This indicates a complete operational sequence (from mining to blacksmithing) which stages are spatially differentiated inside the settlement, which could be a fully dedicated metallurgical site.

But most of the evidences for Roman iron smelting consist in later isolated workshops, apparently disconnected to any stable non-metallurgical occupation. We identified 14 Roman smelting places, 9 of them consisting of simple slag scatters, or "slag spreading zones" (SSZ sites), and 5 of them consisting in larger slag heaps (Graph. 1). The latter constitute the most characteristic type of Roman smelting remains, since it only appears in the Roman period for the moment, except two examples that remain undated. They occur along the Messejana fault, like in Monte das Ferrarias (Colos), Monte Figueiras (Relíquias, Fig. 4.2) and Monte do Pomar (undated site, Odemira-Santa Maria, Fig. 4.3), as well as in the VS (Adurraco 1 and 2, Fig. 4.1 and 5.5) or on its SW slope, turned to the estuary of the Mira (Casa Nova 2 and the undated slag heap of Alpendurada 3). If we add the sizable production zone associated to the port *vicus* of Vila Nova de Milfontes, we have to admit that this pattern of large-scale production, concentrated in few significant centres, seems characteristic of the Roman period. A recently recovered 5th c. fragment of African Red Slip Ware, on the slag Heap of Adurraco 2, suggests the continuity of such a pattern, at least in some cases, until the Late Imperial period.

Strongly contrasting with the few industrial Roman smelting centres, which produced imposing slag heaps, the typical remains of Early Medieval / Islamic iron-smelting are tap-slags (see Fig. 5.4) scattered on the surface of rural settlements, and simple "slag spreading zones" (SSZ). Although most of these SSZ sites remain undated (25 sites, i.e. 56% of the SSZ total), they are frequently associated to medieval rural settlements (Fig. 4.4). Thus, it is seductive to interpret them as the result of small-scale medieval iron metallurgy. As we already said (Grangé 2009, Grangé & Vilhena 2009), iron smelting seems well integrated into the economy of rural communities and may be the result of peasants, overtaking this activity seasonally as a complementary resource. In order to test this hypothesis, one of us (M. Grangé) carried out an excavation at an undated SSZ site and continued the excavation of the site of Várzea da Salamoa, initiated in 2002 by J. Vilhena.

The SSZ site of Chaminé (Fig. 6) is located 4 km E of the S. Luis village. The surface remains consisted in a dispersed scatter of tap-slags, ore fragments, furnace linings and sharp edged quartz fragments with iron oxides (absent from the geology

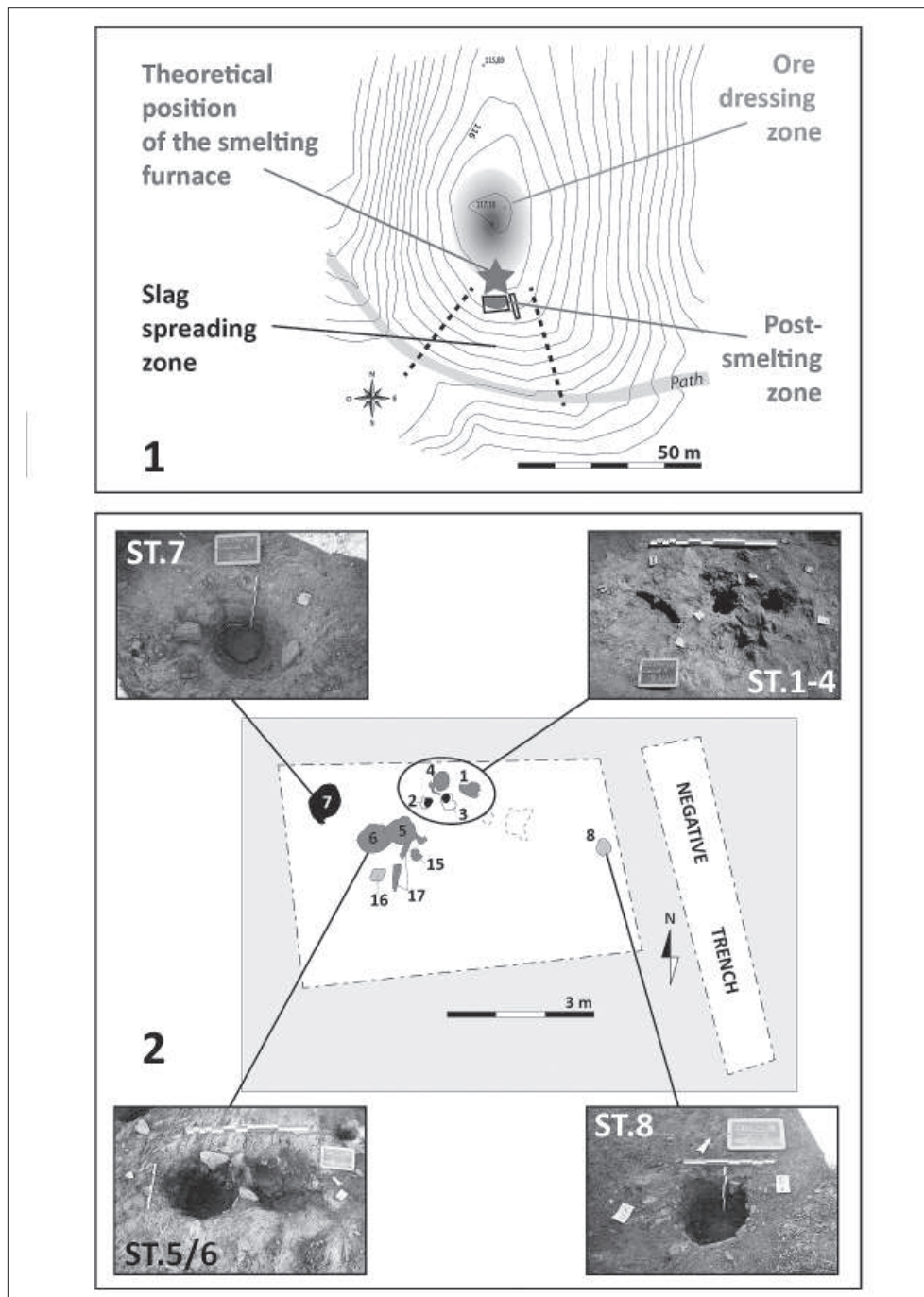



Figure 6. Chaminé iron smelting workshop (S. Luís). 1 – Topographical sketch of the site; 2 – Schematic plan of the excavated area and detailed photographs of various structures.

of the site itself). These quartz fragments are mostly located on the top platform, which has been interpreted as an ore-crushing zone. Most of the slags were present on the southern slope, covering a surface of 437 m². The excavation concerned an area of approximately 36 m², where 7 structures (St.) and their annexes have been found, all of them linked to post-smelting activities. The ensemble St.1 to 4 constitutes a set of reheating hearths and associated post-holes (for the fixing of bellows), where a small reheating slag have been recovered *in situ* (Fig. 5.6). These structures are probably related to the pit St. 7 that is interpreted as a post-hole for a wooden anvil. Finally, the function of the St. 5-6 and its fitting out (St. 15, 16 and 17) remains far from clear. It is possibly linked to the carburisation process, but only the archaeometrical analysis of the "slagged sediment" at the bottom of the St. 5-6, 15 and 17 will be able to help us to determine the type of operation carried out in it.

The only three potsherds recovered indicate an Early Medieval/Islamic chronology. Similar surface pottery has been found on the nearby rural settlement of Pesos 2, which maintains a visual relationship with the Chaminé workshop and the vein of the Cerro dos Tremoços, which probably furnished the ore. Although the excavation did not permit the identification and excavation of the smelting furnace, 82% of the 76 kg of slag recovered during the excavation are dense tap-slags, typical of smelting activity using a tap-slag furnace. The average of slag Wt per m² allows the statement that the maximum amount of slag present on the site is about 936 kg[20]. This corresponds to a maximum production of between 140 kg and 317 kg of rough iron[21], which may correspond to 31 to 46 smelting operations and might have last no more than 4 months of work, possibly spread over a longer period. The existence of at least two phases of work, as well as the low amount of iron produced and the short operating period of the workshop may indicate a small-scale seasonal production, possibly linked to the nearby rural settlements of Pesos 2 or of the Cerro do Oiro (Grangé 2011 & Grangé forthcoming).

The site of Várzea da Salamoa is situated on the left banks of River Mira, 1 km SE of the fortified hilltop settlement of the "Castle Hill" of Odemira, where later Islamic occupation is probable. The three seasons of excavation at Várzea da Salamoa revealed a set of hollow structures (clay extraction pits, storage pits), later used as a dump (Vilhena & Grangé 2009, Grangé forthcoming). The pottery recovered in the filling of the pits indicates an Early Islamic chronology of the 9th c. A.D.

---

[20] But part of the slags could have been removed later to use them as construction material, for instance.

[21] The method is based on chemical analysis and mass balance (see Serneels 1993 and 2001). In the actual absence of available chemical analysis, we used the method proposed by Pagès (2010, p. 69), based on a compilation of reference data obtained in France and Switzerland. For a major reliability, it is necessary to give a gap between a maximum and a minimum production.

Because of the destruction of the metallurgical structures, the only remains of iron-making consist in 296.5 kg of smelting debris recovered in the filling of the pits and in the US.02 deposit, which consists in a spreading of slates and slags, covering the structures. They are essentially composed of dense fayalitic tap slags (Fig. 5.4), typical of smelting activities (80% of the total Wt). The remaining 20% is divided between ore fragments, furnace linings, and ferrous slags with high Fe content (*gromps* or bloom fragments?). An evaluation based on the estimate of the minimal area covered by US.02 shows that the smelting activity is likely to have produced only 1.5 t of slag, which corresponds to a maximum production of at least 225 kg and 525 kg maximum of rough iron[22], during a period no longer than 9 months which may be spread in time over several years, in the case of a seasonal production (Grangé, forthcoming). The association of smelting debris (no blacksmithing residues were recovered) with domestic waste, indicating the presence of a nearby rural settlement, is significant of the complete integration of iron production in the range of activities carried out by the rural community.

5. WHERE ARE THE FORGES? THE PROBLEM OF THE CONSUMPTION OF IRON BY-PRODUCTS

If we consider the amount of metal probably produced at the two small smelting workshops of Chaminé and Várzea da Salamoa, and convert it into iron artefacts, we have to admit that this production is not so small for a pre-industrial pattern, as show in Table 2.

This suggests the potential of smithing activities in local workshops and leads, inevitably, to the problem of the circulation and consumption of iron by-products and objects. Unfortunately, very few data are available, which is due to the fact that most of the documentation has been provided by field survey (where post-smelting activities tend to be minimal) and to a very bad conservation of iron artefacts (consequence of soil acidity and humidity). Hence, it is for the moment difficult to go beyond the stage of hypothesis. We can consider two possibilities:

First of all, a local circulation for local market, which implies the existence of small smithy workshops inside the lower Mira area. But, for the moment, very few blacksmithing evidences have been identified: only inside the Iron Age hill-fort of Odemira, in the early Imperial mining settlement of Ameixiais de Cima 4 (where the whole operational sequence was carried out), and in the undated settlement of Caniveta 1 (Fig. 5.7), associated with smelting residues. No medieval Islamic forges

[22] See n. 21.

Table 2. Conversion of the amount of metal produced in Chaminé and Várzea da Salamoa in terms of potentially iron tools. Estimations take into account an average 60% loss of iron during bloom refining and forging, according to experimental observations (Sim 1998, see also Serneels & Perret 2003)

TYPE OF OBJECT Wt. based on the Liétor finds, Spain, 11th c[23]	CHAMINÉ (from 140 to 317 kg Fe)		VÁRZEA DA SALAMOA (from 225 to 525 kg Fe)	
	Min	Max	Min	Max
Ploughshare (1.74 kg)	32	72	51	120
Axe (1.52 kg)	36	83	59	138
Hoe blade (0.99 kg)	56	128	90	212
Crowbar (0.98 kg)	57	129	91	214
Knife (0.7 kg)	80	181	128	300
Ingot (0.7 kg)	80	181	128	300
Pick (0.38 kg)	147	333	236	552
Sickle (0.16 kg)	350	792	562	1 312
Nail (0.008 kg)	7 000	15 850	11 250	26 250

have been identified for the moment, but they may exist. In the above-mentioned scheme of a small-scale rural metallurgy, peasants could also pay taxes in kind of iron by products, as suggested by textual evidences[23] and the presence of an iron bloom at the Islamic castle of Cerro do Castelo de Vale de Gaios (S. Luís), where smelting tap-slags are also common and have been used in the construction of the turned entrance wall of the castle's gateway. This hilltop settlement was in the 9th-12th c. an important Islamic fortification that may be identified as the (state?) fortification of Targhâla mentioned in Yâqût al-Hamawi's early 13th c. "Dictionary of the Countries" ('Abd al-Karîm 1974, p. 220), as it is sited upon the Mira's main tributary river – the Torgal[24] (Vilhena 2006; Vilhena & Grangé 2008; Grangé &

[23] From the 8th c. in Andalucia, thanks to the famous Qastilya text it is known that Christian dhimmi-s had to pay an annual tribute in iron weapons, and later in the 9th c., part of the tax income of the district of Elvira was composed of the production of the mines, i.e. metallurgical by-products, including iron from the smelting district of Guadix (Bertrand *et al*. 1996 and 2008; Martín Civantos 2005).

[24] River also mentioned as carpium de Torgala in a Portuguese document of 1235 that fixed the southwest boundaries of the vast territory of Aljustrel. The settlement also bears a LBA/EIA occupation. The Geographer Yâqût mentions the locality as a madîna (city); however, he used secondary sources for countries he never visited: the archaeological remains rather suggest the presence of a small hisn (castle) heading a reduced administrative territory (îqlîm).

Vilhena 2009). Constituting a relatively rare ironworking vestige, the bloom found there was associated with small sharp Fe fragments resulting from the cleansing of an iron bloom by cold hammering and a little iron sphere, resulting of the agglomeration of such fragments (Grangé & Vilhena 2009). May this suggest the will of agglomerating a definite quantity of metal for tax paying?

The second option consists in the circulation or trade outside the region. For the Roman period, we know a 2nd c. AD smithy workshop located in the Pessegueiro Island anchorage (Silva & Soares 1993), but it is more likely to be a "maritime forge", with the same utilitarian functions as the road relays, but for long-course boats. A potential destination centre could be the *civitas* of Miróbriga (Santiago do Cacém), where a 3rd-5th c. smithy workshop has been found (Quaresma 2009, p. 286 and 290). This can suggest the capture of part of the iron production of its territory by the local capital. During Islamic period, we also know of two important urban smithy workshops, in Silves (M.J. Gonçalves, personal com.) and Palmela (Fernandes 2006), which were able to have utilised iron products from our district. In all the above-mentioned cases, navigation has probably played an important role, since it is particularly adapted to the transport of heavy cargoes such as iron stocks.

The two options we evoked, even hypothesised, are perfectly compatible with one another. The former deals with the local rural market and the latter with the relationship between towns and the countryside. A fully developed local market does not exclude a medium- or long-distance trade. The problem is the actual lack of data about the iron consumption contexts that further archaeological and archaeometrical studies will probably bring to light.

6. CONCLUSION

The lower Mira basin appears, in the light of the data presented here, as a medium-scale iron smelting district, compared to other European examples. However, its importance in the South Portuguese framework seems indubitable. The available data allow highlighting the evolution of the district: after humble beginnings during LBA/EIA, regular production mainly focused on blacksmithing, starts in the middle of Iron Age. During Roman and Post-Roman periods, one can observe the shift from a large-scale concentrated production to a small-scale dispersed one during in Early Middle Ages and later, which corresponds to the situation of other SW European regions (Pagès 2010). The medieval period does not mark the end of smelting activities: some evidence confirms the maintenance of the medieval pattern of production until the 16th c., and may be later, still using direct bloomery smelting. The *terminus ante quem* is undoubtedly the ephemeral experience of the late 19th c. blast furnace of Casa Branca, nearby the eponymous

river port, which, according to written records[25], used charcoal and stump (*"cepa"*). Nowadays, the local memory of ancient iron smelting has vanished. If most of local folks recognize iron-ore, locally called *bornosa*[26] stone, few, smiths included, are able to recognize the tap slags (*jorra* = "flow" or *borra* = "dreg") as man-made.

If the documentation enables some preliminary considerations and hypothesis about the chronology of iron production and the organization of this activity, future research – namely the multiplication of the excavations of metallurgical workshops and the requisite archaeometrical study of the metallurgical residues – will help to produce a better understanding of the problems evoked in the present paper. It is also desirable to link archaeo-metallurgical research to paleo-environmental data not yet available, in order to understand the local impact and the role of metallurgical activities in the construction of the landscapes of the region.

To conclude, a detailed monographic study of a specific smelting district will only place a dot on the archaeometallurgical map of Portugal. The understanding of iron production in the country as a whole requires a collective and interdisciplinary effort, as well as a systematic research agenda, in order to fill a gap on the archaeometallurgical map of Europe.

REFERENCES

'ABD AL-KARÎM, G. (1974). *La España Musulmana en la obra de Yâqût (s. XII-XIII).* Cuadernos de Historia del Islam. Serie Monográfica – Islamica Occidentalia. 6. Granada: Universidad de Granada.

ALARCÃO, J. (1988). *Roman Portugal: Gazetteer*. Volume II. Fascicule 3. Warminster: Aris & Philips.

ARRUDA, A. M. (2009). Phoenician colonization on the Atlantic Coast of the Iberian Peninsula. In DIETLER, M. & LÓPEZ-RUIZ, C. (eds.). *Colonial Encounters in Ancient Iberia: Phoenician, Greek, and Indigenous Relations*. Chicago: The University of Chicago Press. p. 113-130.

BAZZANA, A. & NORBERT, T. (2008). Minéralurgie et métallurgie à Saltès et dans son arrière-pays (Huelva). Les technologies médiévales à la lumière des fouilles de la ville islamique. In CRESSIER, P. & CANTO GARCÍA, A. (eds.). *Minas y metalurgia en al-Andalus: explotación y poblamiento.* Collection de la Casa de Velázquez. 102. Madrid: Casa de Velázquez. p. 209-243.

BEIRÃO, C. M. (1986). *Une civilisation Protohistorique du Sud de Portugal (1er Âge du Fer)*. Paris: Diffusion De Boccard.

BEIRÃO, C. M. & GOMES, M. V. (1983). A necrópole da Idade do Ferro de Galeado (Vila Nova de Milfontes). *O Arqueólogo Português*. s. IV. 1. 207-266.

BERTRAND, M.; SÁNCHEZ VICIANA, J. R. & ZUBIAUR MARCOS, J. F. (1996). Mines et métallurgies médiévales dans la Sierra Nevada (région de Guadix, province de Grenade). Premières données. In *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular (León 26 al 29*

[25] See the transcription of a 1880 manuscript report, speaking of "experimental (but large scale)" smelting, in Moura and Carvalho 1948: art. "Herdade da Atabueira"

[26] Bornosa is not a standard Portuguese word; jorra means "flow".

de septiembre de 1995). Madrid: Fundación Hullera Vasco-Leonesa / Sociedad Española de Estudios Medievales. p. 180-197.

BERTRAND, M. & SÁNCHEZ VICIANA, J. R. (2008). Production du fer et peuplement de la région de Guadix (Grenada) au cours de l'Antiquité tardive et du haut Moyen Âge. In CRESSIER, P. & CANTO GARCÍA, A. (eds.). *Minas y metalurgia en al-Andalus: explotación y poblamiento.* Collection de la Casa de Velázquez. 102. Madrid: Casa de Velázquez. p. 123-157.

CAUUET, B.; DOMERGUE, C. & DUBOIS, C. *et al.* (2002). Mine d'Aljustrel (Portugal): fouille archéologique dans les anciens réseaux miniers des Algares. In RÊGO, M. & NASCIMENTO, P. J. (ed.). *Mineração no Baixo Alentejo II.* Castro Verde: Câmara Municipal de Castro Verde. p. 37-87.

CORREIA, V. H. (1995). The Iron Age in South and Central Portugal and the emergence of urban centers. In CUNLIFFE, B. & KEAY, S. (eds.). *Social complexity and the development of towns in Iberia from the Copper Age to the Second century AD*. Proceedings of The British Academy. 86. Oxford: The British Academy. p. 237-262.

CORREIA, V. H. & PARREIRA, R.(2002). *Cola Archaeological Circuit.* Roteiros da Arqueologia Portuguesa. 8. Lisbon: Instituto Português do Património Arquitectónico.

DOMERGUE, C. (1983). *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca.* Publications du Centre Pierre Paris, 9; Collection de la Maison des Pays Ibériques, 12. Paris: Diffusion De Boccard.

DOMERGUE, C. (1988). *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Collection De la Casa de Velázquez. 23. Madrid: Casa de Velázquez. 2 vols.

FERNANDES, I. C. F. (2006). Uma forja islâmica em Palmela. In GÓMEZ MARTINÉZ, S. (ed.). *Al-Âdalus, espaço de mudança: balance de 25 anos de história e arqueologia medieval. Homenagem a Juan Zozaya Stabel-Hansen (Mértola, 16-18 de Maio 2005).* Mértola: Campo Arqueológico. p. 171-181.

FEIO, M. (1983[1949]). *Le Bas Alentejo et l'Algarve*. Évora: Universidade de Évora / Instituto Nacional de Investigação Científica.

GAMITO, T. J. (1989). The wind of change blows from the east. The transition from Late Bronze Age to Iron Age in southwest Iberia and the east Mediterranean". In SØRENSEN, M. & THOMAS, R. (ed.). *The Bronze Age-Iron Age Transition in Europe. Aspects of continuity and change in European Societies c. 1200 to 50 BC.* British Archaeological Reports International Series 483. Oxford: University Press. p. 137-170.

GAMITO, T. J. (1991). A introdução da metalurgia do ferro no sudoeste peninsular (com base nas datações de radiocarbono). In *Actas das IV Jornadas Arqueológicas (Maio de 1990)*. Lisbon: Associação dos Arqueólogos Portugueses. p. 299- 301.

GOMES, A. R. (1957). *Jazigos ferro-manganíferos de Cercal-Odemira.* Oporto-Lisbon: Direcção Geral de Minas, Serviço de Fomento Mineiro. Unpublished typed report. 3 vols.

GRANGÉ, M. (2009). Recherches en cours sur le district sidérurgique du Littoral Alentejan (Odemira-Cercal) à l'époque islamique. In *Actas do 1.º Encontro de História do Alentejo Litoral,* Sines, 18-19 Outubro 2008. Sines: Centro Cultural Emmerico Nunes. p. 98-116.

GRANGÉ, M. (2011). Evidence of small-scale iron smelting in Early Islamic SW Portugal ? Preliminary results of the excavation of the Chaminé workshop (São Luís, Odemira). In HAUPTAMNN, A. *et al.* (ed.). *International Conference Archaeometallurgy in Europe III – Abstracts (Deutsches Bergbau-Museum Bochum, Germany, June 29th-July 1st 2011)*. Metalla - Sonderheft 4. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum. p. 104-105.

GRANGÉ, M. (forthcoming). Des bas fourneaux à la campagne. L'exploitation des ressources ferrifères entre l'Antiquité tardive et la période Islamique dans la basse vallée du Mira (Portugal). *Forthcoming proceedings of the seminary "Islam Médiéval d'Occident" on the "Exploitation of Rural spaces".* Collection Bibliothèque Historique des Pays d'Islam. Paris: Publications de la Sorbonne.

GRANGÉ, M. & VILHENA, J. (2009). Les activités sidérurgiques dans les campagnes du Gharb al-Andalus: l'exemple de la vallée du Mira (Bas Alentejo, Sud du Portugal). *Revue des Mondes Musulmans et de la Méditerranée*. 126. OUERFELLI, M. & VOGUET, É. (dir.). Le Monde Rural dans l'Occident Musulman Médiéval. 65-88.

HUNT ORTIZ, M. A. (2003). *Prehistoric mining and metallurgy in South-West Iberian Peninsula.* British Archaeological Reports International Series 1188. Oxford: Archaeopress.

JIMÉNEZ ÁVILA, J. (2002). *La toréutica orientalizante en la Península Ibérica*. Madrid: Real Academia Historia.

KOCH, J. T. (2010). Paradigm shift? Interpreting Tartessian as Celtic. In CUNLIFFE, B. & KOCH, J. T. (ed.). *Celtic from the West. Alternative Perspectives from Archaeology, Genetics, Language and Literature*. Oxford: Oxbow Books. p. 185-301.

KRESTEN, P. (2004). The Vitrified Forts of Europe: Saga, Archaeology, and Geology. In PECCIO, M. *et al.* (ed.). *Applied Mineralogy. Developments in Science and Technology*. *Proceedings of the ICAM 2004, Brazil.* São Paulo. 1. p. 355-357.

MARQUES, M. M.; FURTADO, A. S. & CARDOSO, J. L. (1981). Testemunhos de couraças ferruginosas quaternárias no Sudoeste de Portugal (nota preliminar). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*. 22. 417-420.

MARTÍN CIVANTOS, J. M. (2005). La minería altomedieval en la *kûra* de Ilbira (provincias de Granada y Almería, España). *Archeologia Medievale.* 32. 35-52.

NAVARRO PALAZÓN, J. & ROBLES FERNANDÉZ, A. (1996). *Liétor: formas de vida rurales en Šarq al-Andalus a través de una ocultación de los siglos X-XI.* Múrcia: Centro de Estudios Árabes y Arqueológicos Ibn ʻArabi (Serie Islam y Arqueología).

PAGÈS, G. (2010). *Artisanat et économie du fer en France méditerranéenne de l'Antiquité au début du Moyen Âge : une approche interdisciplinaire.* Monographies Instrumentum. 37. Montagnac: Ed. M. Mergoil.

PEREIRA, T. (2008) *Os artefactos metálicos do Castelo de Castro Marim na Idade do Ferro e em Época Romana. Metalurgia em transição: a amostra numa análise de conjunto*. Lisbon: University of Lisbon. 2 vol. 144+180 p. Unpublished Master Thesis.

PÉREZ MACÍAS, J. A. (1996). *Metalurgia extractiva prerromana de Huelva*. Huelva: Universidade de Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998). *Las Minas de Huelva en la Antigüedad.* Huelva: Diputación Provincial.

PÉREZ MACÍAS, J. A. (2008). La producción metalúrgica en el suroeste de al-Andalus. In CRESSIER P. & CANTO GARCÍA, A. (ed.). *Minas y metalurgia en al-Andalus: explotación y poblamiento*. Collection De la Casa de Velázquez. 102. Madrid: Casa de Velázquez. p. 179-207.

PÉREZ MACÍAS, J. A. (ed.) (2010). *Estudios de minería medieval en Andalucía.* Collectanea. 146. Huelva: Universidad de Huelva.

PLEINER, R. (1980). Early Iron Metallurgy in Europe. In WERTIME, T. & MUHLY, J. D. (ed.). *The Coming of the Age of Iron.* New Haven & London: Yale University Press. p. 373-415.

QUARESMA, A. M. (2006). *Odemira histórica. Estudos e documentos*. Odemira: Município de Odemira.

QUARESMA, J. C. (2009). *Economia antiga a partir de um centro de consumo lusitano. Terra Sigillata e cerâmica africana de cozinha em Chãos Salgados (Miróbriga?).* Lisbon: Universidade de Lisboa. Unpublished PhD thesis.

RALSTON, I. (2006). *Celtic fortifications*. Gloucestershire: Tempus.

ROTHENBERG, B. & BLANCO FREIJEIRO, A. (1981). *Studies in ancient mining and metallurgy in South-West Spain: explorations and excavations in the province of Huelva*. Metals in History. 1. London: Institute for Archaeo-Metallurgical Studies.

RODRIGUES, J. & VILHENA, J. (forthcoming). Ameixiais 4 e o domínio romano em Odemira. *Actas do 3.º Encontro de História do Alentejo Litoral,* Sines, 23-24 Outubro 2010. Sines: Centro Cultural Emmerico Nunes.

ROVIRA, S. & BURILLO, S. (2003). Iron smelting in the Celtiberian city of Segeda (Zaragoza, Spain). In *Proceedings of the International Conference Archaeometallurgy in Europe (24-25-26 September 2003. Milan, Italy)*. Milan: Associazione Italiana di Metallurgia. 2. p. 459-466.

SÁNCHEZ-ROMERO, E. (2005). Warfare, redistribution and society in western Iberia. In PEARSON, M. P. & THORPE, I. J. (ed*.). Warfare, Violence and Slavery in Prehistory*. British Archaeological Reports International Series. 1374. Oxford: Archaeopress. p. 107-125.

SCHUBART, H. (1975). *Die Kultur der Bronzezeit im SW der Iberischen Halbinsel.* Madrider Forschungen. 9. Berlin: Walter de Gruyter.

SERNEELS, V. (1993). *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale.* Cahiers d'Archéologie Romande. 61. Lausanne: Société Vaudoise d'Histoire et d'Archéologie.

SERNEELS, V. (2001). L'apport des analyses chimiques à l'étude des vestiges sidérurgiques. In *L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV e XIX. Actes del 6e curs d'arqueologia d'Andorra 2000.* Andorra: Ministerio de Cultura, Area de recerca historica. p. 268-288.

SERNEELS, V. & PERRET, S. (2003). Quantification of smithing activities based on the investigation of slags and other material remains. In *Archaeometallurgy in Europe. Proceedings of the International Conference (Milano, 24-26 Sept., 2003)*. Milano: Associazione Italiana di Metallurgia. 1. p. 469-478.

SILVA, C. T. & SOARES, J. (1993). *Ilha do Pessegueiro: porto romano da costa alentejana*. Lisbon: Instituto de Conservação da Natureza.

SIM, D. (1998). *Beyond the bloom. Bloom refining and iron artefact production in the Roman world.* British Archaeological Reports International Series. 725. Oxford: Archaeopress.

VIANA, A. (1961). *Nossa Senhora da Cola. Notas históricas, arqueológicas e etnográficas do Baixo Alentejo*. (*Separata de Arquivo de Beja.* 16). Beja: Minerva.

VILAÇA, R. (2006). Artefactos de ferro em contextos do Bronze Final do território português: novos contributos e reavaliação dos dados. *Complutum*. 17. 81-101.

VILHENA, J. (2006). *O sentido da permanência: as envolventes do Castro da Cola nos 2.º e 1.º milénios a.C.* Lisbon: University of Lisbon. 2 vol. 153+52 p. Unpublished Master Thesis.

VILHENA, J. (2008). As armas e os barões assinalados? Reflexões em torno das necrópoles monumentais do 'Ferro de Ourique'. In JIMÉNEZ ÁVILA, J. (ed.). *Sidereum Ana I. El rio Guadiana en época post-orientalizante*. Anejos de Archivo Español de Arqueologia. XLVI. Mérida: Instituto de Arqueología de Mérida/CSIC. 373-397.

VILHENA, J. & ALVES, L. B. (2008). Subir à maior altura: espaços funerários, lugares do quotidiano e 'arte rupestre' no contexto da Idade do Bronze do Médio/Baixo Mira". *Vipasca. Arqueologia e História*. 2. Actas do III Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular, Aljustrel, 26-28 Outubro 2006. 194-218.

VILHENA, J. & GONÇALVES, M. (forthcoming). '*Muralhas revestidas de cobre*'. A problemática de rochas vitrificadas em povoados do Bronze Final de Odemira e Ourique". In JIMÉNEZ ÁVILA, J. (ed.). *Sidereum Ana II. El rio Guadiana en el Bronce Final*. Forthcoming Anejos de Archivo Español de Arqueologia. Mérida: Instituto de Arqueología de Mérida/CSIC.

VILHENA, J. & GRANGÉ, M. (2008). Premières données archéologiques sur le Baixo Mira durant le haut Moyen Âge (VIIe-XIe siècle) – études de cas et problématiques générales. *Vipasca. Arqueologia e História*. 2. Actas do III Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular, Aljustrel, 26-28 Outubro 2006. 510-526.

VILHENA, J. & RODRIGUES, J. (2009). 'O Grande Fosso': a escavação arqueológica no Cineteatro Camacho Costa e o Cerro do Castelo de Odemira na Idade do Ferro tardia. In *Actas do 1.º Encontro de História do Alentejo Litoral,* Sines, 18-19 Outubro 2008. Sines: Centro Cultural Emmerico Nunes. p. 204-214.

OF SLAGS AND MEN. IRON MINING AND METALLURGY IN THE MIRA VALLEY (SOUTHWEST PORTUGAL) FROM IRON AGE TO THE MIDDLE AGES

Abstract: In the late 19th century, mining engineers and prospectors in the iron and manganese mines of Odemira and Cercal (Southwest Portugal) noticed the presence of old mining works, which they considered as "roman" or "ancient". They have also acknowledged the presence of slag close to pre-industrial shafts and adits. Despite this information, there has been, until recently, a lack of archaeological research focusing on those remains. Even at present, ancient iron metallurgy seems to be widely overlooked in relation to the on-going interest in the study of the non-ferrous metallic minerals, particularly of the Iberian Pirite Belt (IPB).

The Odemira district ironworks sites started to be investigated within the scope of the BRONZMIRA archaeological project (1998-2002, J. Vilhena dir.). Field surveys allowed us to attest the importance of ferrous metallurgy activities in this area from Late Iron Age to the end of Middle Age. Research also showed that not only were exploited the main ores of Cercal hills belonging to a branch of the IPB volcanic and sedimentary complex, but also minor iron mineralizations widely scattered outside that area. More recently M. Grangé carried out the first archaeological excavation of an early medieval bloomery.

This paper looks at several aspects on the iron production in Odemira, from the Iron Age to its development in Roman and Islamic periods and its decay in Early Modern Era:

– The type of ores exploited,
– Spatial and chronological distribution of ancient works,
– Production contexts, with special focus on the different steps of the chaine opératoire, within the scope of the Anthropology of Techniques.

Keywords: Ferrous metallurgy, Iron Age, Roman period, Islamic period, Southwest Portugal.

Resumo: Nos finais do séc. XIX, prospectores e engenheiros de minas repararam na existência de explorações anteriores nas minas de Fe-Mn de Odemira e Cercal, então no início do ciclo de laboração industrial, que classificaram de "romanas" ou "antigas". Reconheceram não só a existência de trabalhos visivelmente pré-industriais, como a presença de escórias à boca de mina. Apesar dessas indicações, nunca foi realizada uma investigação específica sobre estes vestígios paleo-siderúrgicos, tema que ainda hoje recebe interesse menor em comparação com o estudo da exploração de metais não-ferrosos, particularmente na Faixa Piritosa Ibérica.

Na região de Odemira, os escoriais foram pela primeira vez inventariados no projecto de investigação *BRONZMIRA* (1998-2002, J. Vilhena dir.). Os resultados atestaram a pujança das actividades siderúrgicas na região entre a Idade do Ferro e o período medieval, onde não foram explorados exclusivamente os principais jazigos filonianos do Complexo Vulcano-Sedimentar de Cercal, mas também outros tipos de mineralizações ferríferas mais modestas distribuídas de maneira homogénea por toda a área de estudo. Uma investigação mais recente por M. Grangé permitiu levar a cabo a primeira escavação de uma oficina siderúrgica, de cronologia medieval.

A presente comunicação pretende abordar diferentes aspectos dessa proto-indústria, desde a sua introdução na Idade do Ferro, o seu desenvolvimento nos períodos romano e islâmico e a sua decadência no período baixo medieval:

– a natureza das matérias-primas exploradas e os indícios da sua exploração mineira,
– a distribuição das oficinas no tempo e no espaço e a organização da produção,
– os contextos de produção, com particular destaque para as diferentes etapas da sequência operacional, numa óptica da antropologia das técnicas.

Palavras-chave: Paleosiderurgia, Idade do Ferro, Período Romano, Período Islâmico, Odemira (SO. Portugal).

MINERÍA ROMANA EN EL NOROESTE DE HISPANIA: TECNOLOGÍA MINERA Y EXPLOTACIÓN DEL TERRITORIO

F.-JAVIER SÁNCHEZ-PALENCIA[1]

La información sobre la minería romana del Noroeste peninsular, la tecnología que implica y su contexto histórico se ha visto incrementado en las últimas décadas por nuevos estudios de alcance comarcal o regional. En este breve trabajo se pretenden exponer algunos temas relacionados con esas novedades; por su brevedad, van a ser más planteamientos de las cuestiones que soluciones a las mismas. Por otra parte, me voy a ocupar especialmente de aquellos temas en los que hayan incidido los trabajos que lleva a cabo el grupo de investigación del CSIC Estructuras Social y Territorio – Arqueología del Paisaje. Más concretamente voy a ofrecer una visión articulada en torno a dos aspectos: el contexto cronológico y geohistórico de la minería de oro del Noroeste y algunos aspectos tecnológicos que ofrecen nuevos datos sobre su interpretación[2].

1. EL CONTEXTO CRONOLÓGICO Y GEOHISTÓRICO DE LA MINERÍA DE ORO DEL NOROESTE

La cronología de las minas y el origen de la tecnología utilizada en las explotaciones a gran escala del Noroeste peninsular han sido cuestiones fundamentales en la historiografía del tema (Domergue 1990, p. 482-490; Sánchez-Palencia 1989). A

[1] GI: Estructutra Social y Territorio – Arqueología del Paisaje. CCHS del CSIC, Madrid.

[2] Este trabajo se incluye dentro de los objetivos del proyecto de investigacoión "Formación y disolución de la *civitas* en el Noroeste peninsular. Relaciones sociales y territorios" (HAR2008-06018-C03-01) y en el Programa de investigación "CONSOLIDER sobre *Tecnologias para la conservación y valoracion del Patrimonio Cultural (TCP)"* (CSD2007-0058), financiados ambos por el Ministerio de Ciencia e Innovación y dirijidos desde el CCHS del CSIC.

la postre, la cuestión se reduce a un principio de carácter histórico general: tratar de que la explicación cronocultural o tecnológica tenga sentido dentro del proceso social en el que se inserta.

1.1. Las fuentes literarias y el inicio de la explotación del oro

A la hora de comprender el inicio de la minería romana del oro en el Noroeste de la Península Ibérica es preciso tener en cuenta dos condicionantes esenciales:

– La naturaleza del metal y su importancia estratégica en el momento en que comienza la gran explotación extensiva de los yacimientos auríferos del noroeste peninsular;
– Las condiciones políticas en las que se produce la integración del cuadrante noroccidental en el sistema provincial romano y sus consecuencias sociales y territoriales en la ordenación de toda la región.

Un punto de partida al respecto puede ser la comparación entre las situaciones que describen Estrabón y Plinio el Viejo sobre las minas de oro de la Península. Las minas mencionadas por Estrabón (III, 2, 8 y 9; III, 3, 4 y 5) dentro del suelo controlado por Roma con anterioridad a la conquista del cuadrante noroccidental (es decir, según los datos que extrae de autores anteriores a él tales como Posidonio y quizás también de Polibio, que estuvieron en la Península Ibérica en la segunda mitad del siglo II a.C.: Lasserre 1966, p. 4-7; Gómez Espelosín 2007, p. 34-40), aparte de los placeres auríferos, son aquellas existentes en la Turdetania y región limítrofe, que se desarrollaban tanto sobre yacimientos primarios como sobre secundarios. Por Turdetania y zonas limítrofes se puede reconocer en la práctica a la provincia *Hispania Vlterior Baetica* de época anterior a las reformas finales de Augusto del 7-2 a.C. que desgajaron una parte de su zona oriental en beneficio de la *Hispania Citerior* (G. Cruz Andreotti en Gómez Espelosin 2007, s.v. "Turdetania"). Por el contrario, en el cuadrante noroccidental el geógrafo griego, siguiendo nuevamente a sus fuentes anteriores a la conquista, sólo habla de la explotación de los placeres fluviales que arrastran los ríos entre el Tajo y la tierra de los ártabros o arrotebras que se sitúan en el extremo norte de la zona.

Respecto a Plinio, es sin duda el autor latino que transmite más información sobre la minería de oro peninsular; de la descripción que hace (NH XXXIII, 62-78), algo más de medio siglo después, hacia el tercer cuarto del siglo I d.C. (Syme 1969; Domergue 2008, p. 136), se deduce que las minas de oro del NO peninsular han experimentado un gran desarrollo después del final de la la conquista romana (19 a.C.) y que se había iniciado ya una explotación extensiva a lo largo de la primera mitad del siglo I d.C. ¿En que medida concuerda esto con lo que sabemos por otro

tipo de documentación no literaria, sino procedente del contexto arqueológico? Creo que los elementos de coincidencia son notables, aunque también se han aducido otros a partir de los cuales se ha planteado unas realidades diversas.

1.2. El registro arqueológico referido a los momentos anteriores y al inicio de la explotación del oro

Entre los elementos coincidentes con lo que revela el estudio comparativo de las dos fuentes literarias creo que debe destacarse más de lo que hasta ahora se ha hecho el Edicto de Augusto encontrado en 1999 en el Bierzo (Sánchez-Palencia & Mangas 2000; Grau & Hoyas 2001). Lo que más deseo resaltar de este importante documento es que permite asegurar que ya en el 15 a.C. se había producido una reordenación territorial de una serie de zonas del interior del Noroeste. Aunque todavía se conoce la región con una denominación, *Provincia Transduriana*, que no va a pervivir, las áreas del Bierzo o de comarcas limítrofes a las que se refiere el documento habían sido objeto ya con anterioridad a la fecha señalada de una reordenación. No hay la menor duda de que se habían impuesto unos límites bien definidos, puesto que se hace referencia a la actuación en tal sentido del legado de Augusto Lucio Sestio Quirinal, y de que, como es lógico, esa actuación había afectado mediante cargas contributivas a los habitantes que lo ocupaban, ya que una parte esencial del edicto se refiere a la inmunidad concedida a una comunidad para que no cumpla tales cargas. Se trata por lo tanto de un testimonio relacionado con las condiciones políticas que marcan el proceso de provincialización del noroeste (Orejas & Sastre 1999, 2000) a que antes me refería. El edicto esta de acuerdo por otro lado con una serie de disposiciones generales impulsadas por Augusto para explotar sistemáticamente los recursos del Imperio (Cas. Dio LII, 28, 4-5[3]), que nos indica cual era la importancia que tenían los metales y la minería, y por lo tanto el oro, dentro de la estrategia general del estado romano (Domergue 1970, p. 268; 1990, p. 189 y 199).

También concuerdan con las fuentes literarias mencionadas otra serie de inscripciones inmediatamente posteriores, que se fechan a partir de comienzos del siglo I d.C. y que se refieren a mecanismos utilizados por Roma para reforzar el control y el sometimiento a sus intereses de los habitantes, son una serie de bronces que contienen pactos de hospitalidad (Balbín 2006). Estos pactos son un excelente

[3] Este texto se refiere al consejo de Mecenas a Augusto: "*Además, te recomiendo que calcules estos y otros ingresos (además de los procedentes de la venta de tierras públicas), como los que pueden extraerse con garantía de las minas o de cualquier otra fuente y, después, que calcules por otro lado no sólo los gastos militares, sino todos aquellos por los que un estado subsiste de la mejor manera*."

ejemplo del establecimiento de unas nuevas relaciones de dependencia de carácter político que favorecieron la orientación de los recursos materiales y humanos al servicio de un ordenamiento social más jerarquizado y de los intereses económicos del Estado romano. Dos de estas *tabulae* han sido encontrados en zonas mineras. Una fue encontrada en el curso de las prospecciones sistemáticas llevadas a cabo en el asentamiento de El Picón dentro de la zona minera de Pino del Oro (Zamora) y se fechada en el 27 d.C (Sastre *et al.* 2009; Sastre & Beltrán 2010) y hace referencia concretamente, como una parte del pacto, a una de las *civitates* del noroeste peninsular, la *Bletisamense*, que tanta importancia tuvieron en el proceso de reordenación provincial de la región (Orejas & Sastre 1999). La otra no responde a un hallazgo realizado dentro de labores sistemáticas, pero seguramente fue encontrada en el asentamiento de Monte Cido dentro de la zona minera de El Caurel (Lugo) (Arias *et al.* 1979, p. 55; Luzón *et al.* 1980, p. 36) y se fecha en el año siguiente, en el 28 d.C, también aquí aparecen citadas dos comunidades, la de los *Lougei* y la de los *Susarri* de las que quedaron articuladas en *civitates* del Noroeste. Por otro lado, el resto de tablas de hospitalidad del cuadrante noroccidental pueden ponerse en relación también con diversas zonas mineras (Sastre 2010).

Aunque existen diversas minas del oro en el Noroeste donde se han encontrado materiales datables, lo más habitual es que se trate de hallazgos inseguros o, cuando menos, producidos fuera de un control arqueológico mínimamente riguroso[4], de forma que la gran mayoría de la cronología que se puede obtener a partir del registro arqueológico procede de materiales encontrados en los asentamientos existentes junto a las labores mineras y conectados con ellas de forma más o menos directa, por ello podrían ser consideradas como de valor relativo. Pero el contexto geohistórico es el medio más seguro para poder establecer unas dataciones fiables. En este sentido hay que dar prioridad a aquellas fechas que procedan de estudios regionales o locales lo suficientemente amplios para ofrecer una interpretación integral de las zonas o yacimientos mineros explotados. No se trata solamente de tener una información sobre el modelo de poblamiento romano en el entorno más inmediato de las minas. Es preciso conocer el contexto histórico y, si es posible, arqueológico, a unas escalas adecuadas en relación con la zona estudiada. Por otra parte, también es conveniente tener un conocimiento suficiente sobre la ocupación precedente, sobre el modelo prerromano de ocupación del territorio, para comprender el impacto y alcance de la minería romana.

Los primeros trabajos arqueológicos que aportaron una serie de asentamientos datados y directamente relacionados con una zona minera fueron los dirigidos por

---

[4] Ver por ejemplo los correspondientes apartados de materiales en los catálogos sobre toda la Península Ibérica de Domergue (1987) y sobre Portugal de Martins (2008).

Domergue en la comarca de la Valduerna (Domergue & Sillieres 1977; Domergue & Martin 1977; Domergue & Herail 1978) (Fig. 1), seguramente una de las primeras zonas en ser explotada por los romanos, ya que se halla muy próxima a *Asturica Augusta* (Astorga), la *urbs magnifica* considerada por Plinio El Viejo como el

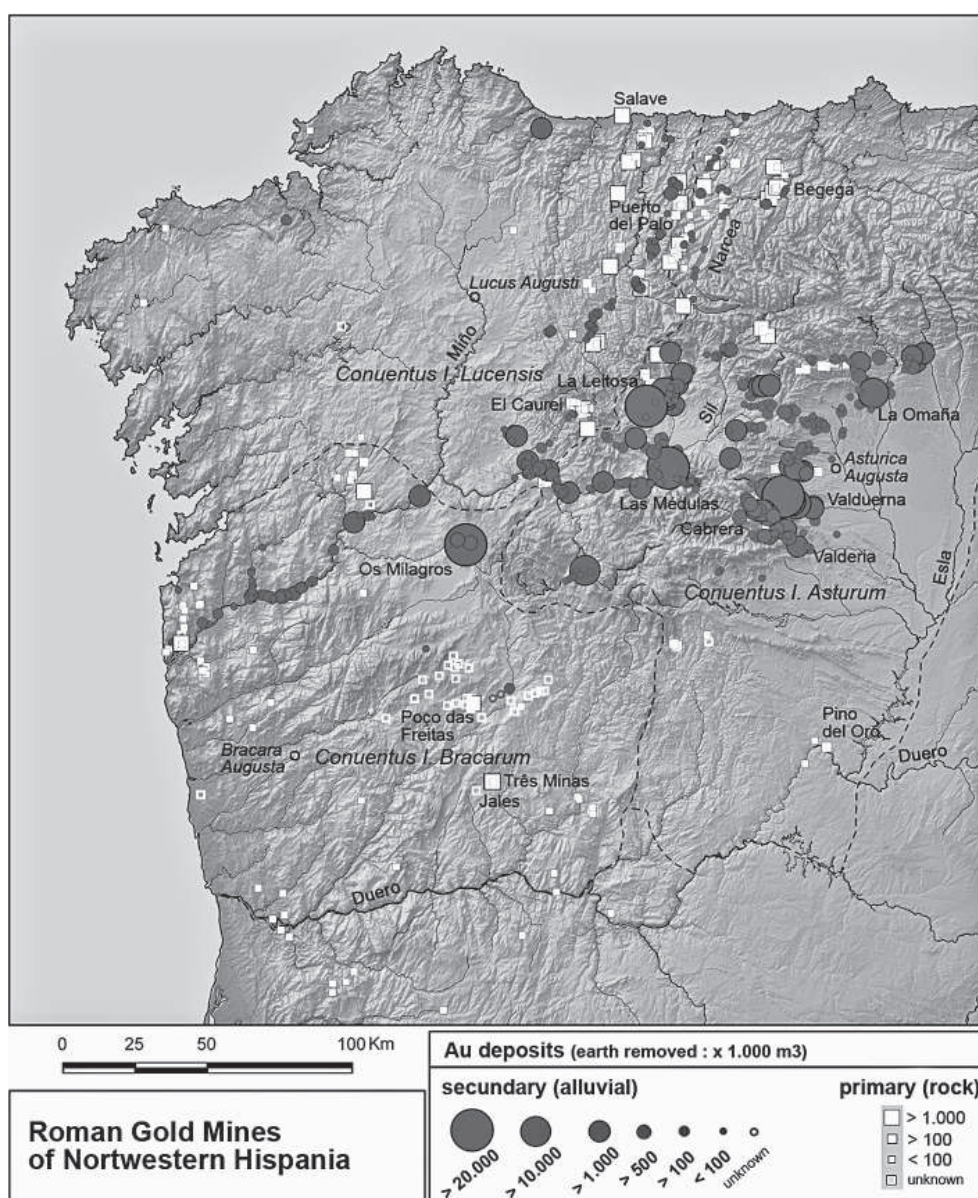



Figura 1. Mapa general de situación de las minas de oro del Noroeste peninsular clasificadas según su tamaño.

gran centro de de la zona minera del Noroeste (Plin. *HN* III, 28). Estos trabajos se vieron completados un poco más tardes con los llevados a cabo en la Sierra del Teleno, donde también se excavo un asentamiento (Las Rubias, Corporales, cuya publicación esta a punto de producirse). Los primeros trabajos de nuestro equipo de investigación se desarrollaron en la Valderia y La Cabrera (Sánchez-Palencia & Fernández-Posse 1985; Fernández-Posse & Sánchez-Palencia 1988), dos comarcas situadas inmediatamente al sur de la Valduerna, y aportaron en especial la posibilidad de comparar el modelo prerromano y romano de ocupación de la zona. En fin, la misma zona de la Valduerna y las cuencas de los ríos inmediatos por el N fueron objeto de un trabajo posterior de Almudena Orejas (Orejas 1996), que llevó a cabo un estudio integral de la ocupación y explotación del territorio entre la Edad del Hierro y el Alto Imperio. Gracias a todos estos trabajos contamos con una información bastante completa de la cuenca noroccidental del Duero. Otra área estudiada por nuestro grupo de investigación en época más reciente ha sido la zona de Las Médulas (Sánchez-Palencia ed. 2000), que incluye la mina de oro romana de mayores dimensiones de las hasta ahora conocidas y donde se han excavado también diversos asentamientos tanto de época prerromana como romana.

Así pués, el territorio que va desde la Cuenca Noroccidental del Duero hasta Las Médulas es seguramente la zona con minas de oro romanas mejor estudiada hasta ahora en el Noroeste. La secuencia cronológica que podemos establecer en ella va desde las últimas fases de la Edad del Hierro (siglos III – I a.C.), documentadas en La Corona de Corporales (Truchas), El Castrelín de San Juan de Paluelas (Borrenes) y el Castro de Borrenes, pasando por el inicio de la explotación romana cuya fecha más antigua es el 15/20 d.C. de la de La Corona de Quintanilla (Luyego), hasta el momento final de las labores mineras hacia finales del siglo II o comienzos del III d.C.

Una segunda zona en la que nuestro equipo también desarrollo un trabajo arqueológico extenso a finales de los años 90 del pasado siglo es la situada en la Sierra de la Peña de Francia (Salamanca), en el noreste de *Lusitania*, donde se investigaron dos zonas mineras muy próximas, la Zona Arqueológica de Las Cavenes y la Zona Arqueológica del Pinalejo-Tenebrilla (Ruiz del Árbol & Sánchez-Palencia 1999a, 1999b; Sánchez-Palencia & Ruiz del Árbol 2003). En la primera de esas zonas se excavó un asentamiento, La Fuente de la Mora, datado entre 15 d.C. y finales del siglo II d.C. Aquí también se cuenta con una información suficiente sobre los modelos de ocupación en época prerromana (Sánchez-Palencia *et al.* 2003, p. 22-35).

Más al oeste, ya en territorio portugués, la zona sin duda mejor estudiada en su conjunto es la de Jales – Três-Minas (Vila Pouca de Aguiar), donde se han realizado trabajos desde los años ochenta (Wahl 1998) hasta la actualidad (Batata 2009). La minería antigua en Jales fue fundamentalmente subterránea y resultó destruida en

su casi totalidad por labores realizadas en la segunda mitad del siglo pasado, que pusieron al descubierto útiles e instrumentos mineros, así como algunos materiales que se fechan a lo largo de los siglos I y II d.C. (Domergue 1987, vol. 2, p. 534-536; Martins 2008, p. 66). En Três-Minas, las excavaciones llevadas a cabo y todavía en curso, tanto en el poblado de Veiga de Samardâ, asentamiento existente junto a la gran corta de Covas, como en la inmediata necrópolis, han proporcionado materiales entre comienzos del siglo I (Tiberio-Claudio) y mediados del III d.C. No obstante, como se apunta también para la zona de Montealegre, Boticas y Chaves (Martins 2010, p. 108-109), tanto Wahl como Batata dejan entrever unos posibles precedentes prerromanos, sin que existan argumentos definitivos al respecto (Wahl 1998; Batata 2009, p. 428-429) y una prolongación de las labores hasta mediado del s. III por la presencia de una moneda de Galieno (Batata 2009, p. 428-429). La epigrafía, por otra parte, también ratifica una cronología que iría desde comienzos del siglo I d.C. hasta inicios del III d.C. (Redentor 2010).

Por su parte, Villa (2010, p. 101-106) ha propuesto una explotación de época claramente prerromana, al menos en algunas zonas del occidente de la actual Asturias, como la Sierra de Begega (Belmonte de Miranda), apoyándose tanto en la existencia de una tradición minera desde época antigua como en fechas radiocarbónicas sobre entibos de minería subterránea. Mantiene también que la reforma monetaria de Augusto parte de un perfecto conocimiento por parte de Roma de las capacidades técnicas de las comunidades indígenas como de las "importantes reservas auríferas transmontanas". Con todo, el mencionado autor plantea realmente una nueva perspectiva acerca del inicio de las labores en la *Asturia* transmontana, que deberá ser corroborada en el futuro.

En fin, no quiero dejar de mencionar una zona minera como la de Pino de Oro que, aun sin poseer la espectacularidad minera de las hasta ahora mencionadas, ha proporcionado recientemente una importante documentación (Sánchez-Palencia *et al.* 2010; Sánchez-Palencia & Currás 2010). En esta zona también se ha estudiado la ocupación prerromana inmediatamente precedente, con los castros de A Ciguadeña y Peña Redonda. El primero parece presentar ocupación sólo prerromana, mientras que el segundo ve amortizada su muralla hacia el cambio de Era y sigue ocupado con posterioridad vinculado a unas explotaciones mineras próximas. Hacia comienzos del I d.C. se incia la ocupación del asentamiento romano de El Picón (Romero 2010), asociado a una rica epigrafía de los siglos I y II d.C. (Beltrán & Alonso 2010), que desaparece en época tardía, como en Três Minas, aunque el yacimiento presente señales de ocupación bajoimperial e incluso hasta el siglo V d.C.

Figura 2.
A – Canchal de granito con cazoletas o morteros fijos de La Sierpe 2 (Pino del Oro, Zamora).

B – Canchales de granito con cazoletas o morteros fijos situados delante de la Peña de la Fuente de la Carrozal (Pino del Oro, Zamora).

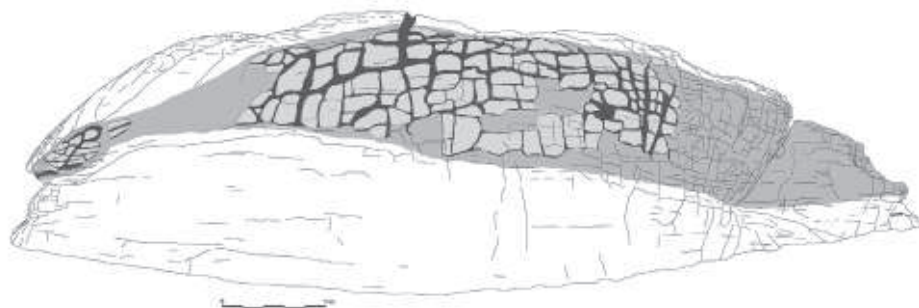
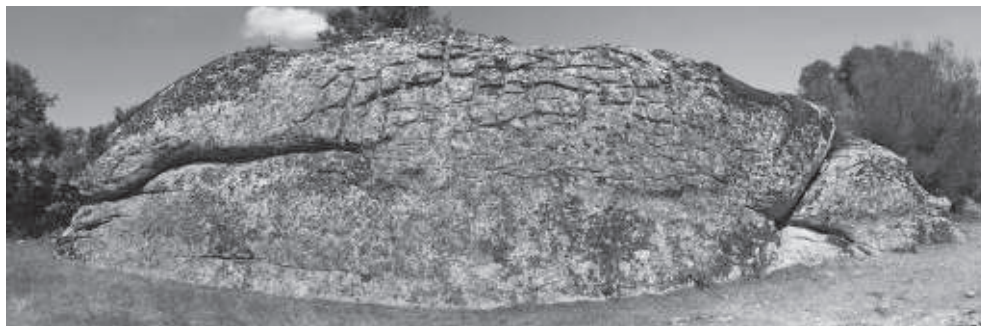



Figura 3. Peña de la Fuente de la Carrozal, frente vertical grabado con una escultura que representa un ofidio.

1.3. Una metáfora iconográfica: la inscultura de ofidio de Pino del Oro

Las estructuras mineras más características entre las documentadas en la zona minera de Pino de Oro y su entorno inmediato son los morteros fijos en forma de cazoleta, utilizados, siguiendo la terminología de Plinio (*NH*. XXXIII, 69), para moler el material aurífero extraído y previamente tratado hasta reducirlo al estado semejante al de la harina. Son numerosísimos los conjuntos de cazoletas alineados de diversa forma que se extienden a lo largo de los canchales de granito de la zona (Sánchez-Palencia & Currás 2010, p. 26-34) (Fig. 2A). Uno de ellos se sitúa en la llamada Peña de la Fuente de la Carrozal. La peña que da nombre al lugar está llena de cazoletas en su parte superior, también existen dos conjuntos de cazoletas a sus pies (Fig. 2B), en sendos canchales de granito situados por encima del arroyo de la Carrozal y a unos metros aguas debajo de la fuente del mismo nombre. Pero en esa misma peña, en su frente vertical, se grabó la inscultura de un ofidio, representado mediante una cabeza bastante realista y un cuerpo simulado mediante escamas (Fig. 3). Tal representación tiene un significado múltiple:

- Para su ejecución se ha utilizado a la postre la misma técnica de abrasión en la roca que, de otra forma, sirve para moler el mineral y obtener el concentrado aurífero. Es decir, los operarios que ejecutaron la inscultura podrían ser perfectamente los mismos que están llevando a cabo ese proceso de molienda dentro de la minería del oro;
- La elección del motivo no es casual, desde la representaciones mostradas en la cerámica griega clásica hasta algunos frescos de Pompeya, el mito del vellocino de oro y su obtención por Jasón para recuperar el trono de Yolco con la ayuda de Medea es un mito ampliamente representado en todo tipo de soportes, se trata de algo conocido, de lo que hablan muchos autores antiguos, Hesiodo, Píndaro, Diodoro de Sicilia, Ovidio, Virgilio, etc. Obviamente es un conocimiento que no esta al alcance de cualquiera, sino sólo de la clase dirigente, que es la que sabría a través de él lo que significaría la serpiente como símbolo a la vez propiciatorio y protector en relación con la obtención del oro y que incluso podría conocer la posibilidad de utilizar vellocinos o pieles de cordero para facilitar la obtención real del oro;
- En fin, lo que se está realizando al grabar esta inscultura es una demarcación y apropiación del territorio minero, a través de una imagen que simboliza un conocimiento ajeno a las comunidades que lo habitan y que expresa por lo tanto la superioridad, el dominio tanto ideológico como tecnológico de quien lo manda hacer, de quienes están controlando y supervisando el proceso minero, que no son otros que los representantes del poder romano, ya se trate de elementos vinculados a la administración provincial, ya sean

intermediarios pertenecientes a las comunidades locales. Si fuese lo último, la inscultura se habría convertido en un elemento emulador equivalente al de la práctica epigráfica, tan bien representada en la zona.

2. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Los sistemas de explotación aplicados en el Noroeste peninsular han sido suficientemente estudiados hasta ahora, sobre todo y resumiendo, gracias a los trabajos realizados por el grupo de investigación de Domergue (Domergue & Hérail 1978, p. 247-284; Domergue 1990, p. 463-490; 2008, p. 129-142) como por el nuestro (Sánchez-Palencia & Orejas 1994; Perea Caveda & Sánchez-Palencia 1995, p. 65-79; Sánchez-Palencia 2000, p. 158-226) en España y a los de Jurgens Wahl y Carla B. Martins en Portugal (Wahl 1998; Martins 2008, 2010, p. 47-87). Sus principales resultados están recogidos en la bibliografía y a ellos remito. Aunque las investigaciones siguen incrementando el número de minas conocidas y gracias a ese incremento se pueden plantear nuevos e interesantes temas sobre los sistemas de explotación romanos, sería imposible ahora resumirlos adecuadamente. Por ello, prefiero resaltar sólo algunos aspectos de la tecnología minera romana que me parecen poco conocidos hasta ahora, que afectan en parte a otras cuestiones tratadas en este trabajo y son consecuencia de las investigaciones llevadas a cabo por nuestro equipo en la última década.

2.1. Los métodos de prospección y el *"aurum tallutium"*

Es conocida la descripción de Plinio el Viejo acerca de los tres modos de obtener por procedimientos naturales del oro (Plin. *NH.* XXXIII, 66-78). Dentro de esa descripción, después de referirse brevemente a la obtención del *aurum fluminum ramentis* (los placeres de los lechos fluviales) y antes de hablar del *aurum canalicium* o *canaliense* (el obtenido picando a mano los filones) y del *aurum arrugiae* (obtenido mediante el empleo de fuerza hidráulica), el natutralista latino habla de la prospección. Se refiere primero al método del bateo por el que se obtiene el concentrado aurífero denominado *segullum* o *segutilum*; y luego habla del *aurum tallutium*, un procedimiento que, en nuestra opinión debe interpretarse como un segundo paso en el proceso de prospección, aquel que consiste en realizar un muestreo sobre los yacimientos consolidados. Para contrastar esta interpretación, así como la eficacia en general del método de prospección descrito por Plinio, realizamos unas campañas de arqueología experimental en la Zona Arqueológica de Las Cavenes de El Cabaco (Sánchez-Palencia *et al.* 2003, p. 52-57; Sánchez-Palencia & Ruiz del Árbol 2003) y en Pino del Oro. Los resultados han demostrado

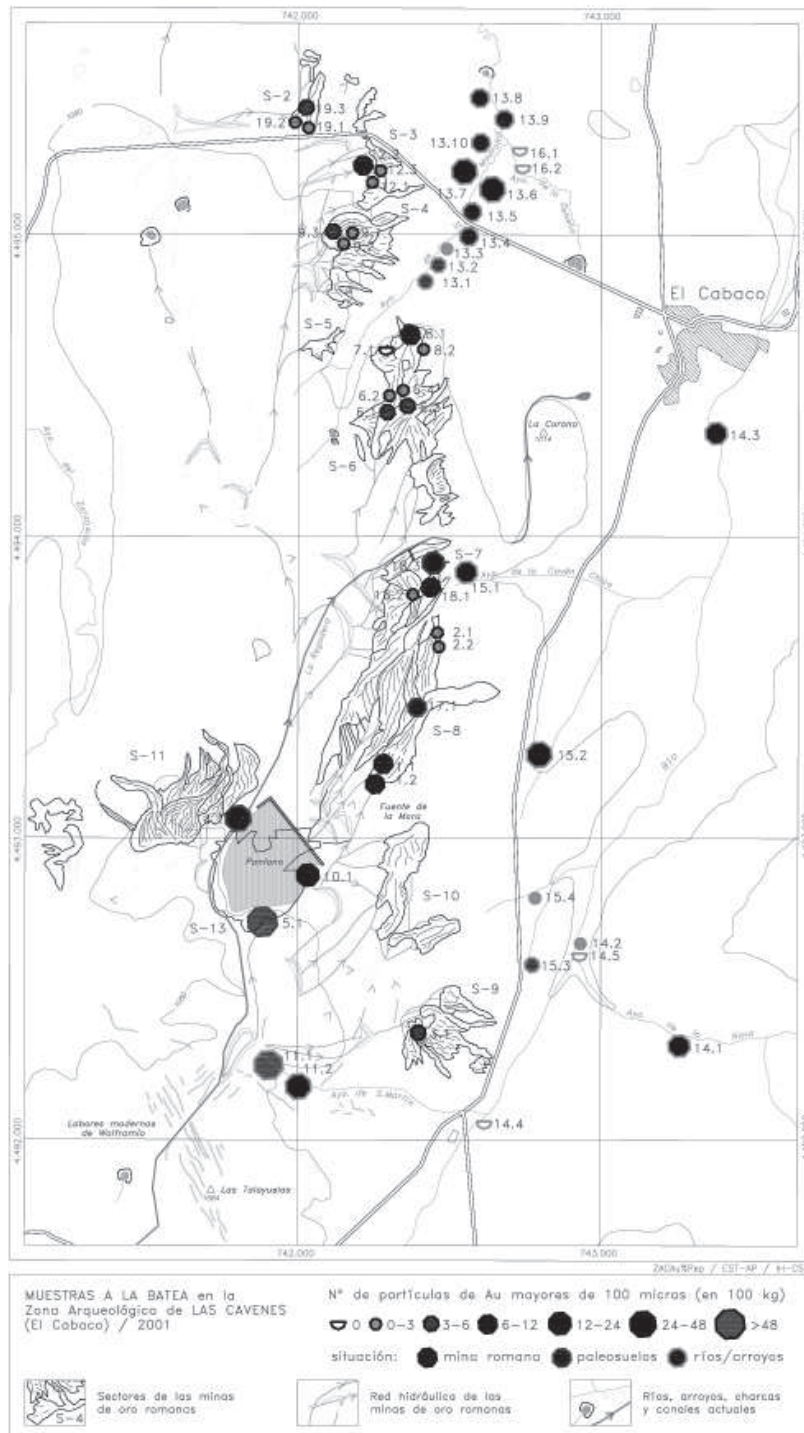



Figura 4. Resultados de las muestras a la batea tomadas en Las Cavenes de El Cabaco (Salamanca).

Las Médulas *(ZAM), León*		Hg (ppm)					
Data	*n*	**Min.**	**1st Qu**	**Median**	**Mean**	**3rd Qu**	**Max.**
Total ZAM	138	0.02	0.054	0.0735	0.0994	0.1	0.77
Fondo regional	25	0.02	0.048	0.05	0.0521	0.057	0.087
Mina Romana de Oro	113	0.03	0.063	0.08	0.1098	0.11	0.77

Las Médulas *(ZAM), León.* *Umbrales del fondo local de Hg*	Hg (ppm)	*Desviaciones (outliers) = muestras por encima del umbral en la Mina romana de Oro* (n = 113)	
L_1 (3rd Qu + 1.5 x 3rd Qu - 1st Qu)	0.0705	69	61.06 %
L_2 (3rd Qu + 3 x 3rd Qu - 1st Qu)	0.0840	46	40.70 %

Figura 5. Muestras de Hg tomadas en Las Médulas (León), fondo regional (background) y mina romana de oro. Tabla resumida de valores y umbrales (thresholds) del fondo regional de Hg con las desviaciones (outliers) establecidas mediante la "baseline" de los "upper whiskers" (L_1 and L_2) en una aproximación estadística del tipo "Box-and-whisker".

la validez del método de prospección para alcanzar las zonas minadas, ya que los resultados más positivos se concentran en las áreas donde se llevaron a cabo las labores mineras (Fig. 4).

2.2. El posible empleo del mercurio dentro del proceso minero.

Los primeros resultados de la investigación sobre el posible uso del mercurio en los trabajos mineros romanos de Las Médulas han puesto de relieve que, a pesar de las dudas que platean las fuentes literarias antiguas al respecto (el procedimiento químico de la amalgama es conocido: Plin. NH XXXIII, 99-100; Vitruvius *De Arch.* VII, 8, 1-4; Ramage & Craddock 2000, p. 13, pero no se menciona su uso expreso en minería), existen suficientes indicios para pensar en su empleo sistemático, al menos en determinadas zonas de especial interés para los mineros antiguos por su elevado contenido en oro (Fig. 5). Podría ser quizás más exacto hablar de su empleo en parte de las operaciones del proceso minero, lógicamente aquellas referidas al lavado que facilitaba la decantación final del oro, ya que la gran mayoría de las muestras han sido tomadas en zonas explotadas selectivamente mediante series de surcos convergentes. En estas zonas es evidente la utilización sistemática del mercurio para facilitar la recuperación del oro. Las muestras con una concentración más elevada de Hg se han recogido en zonas (Los Muriacales de La Balouta, Las Pedrices, La Frisga) explotadas en época

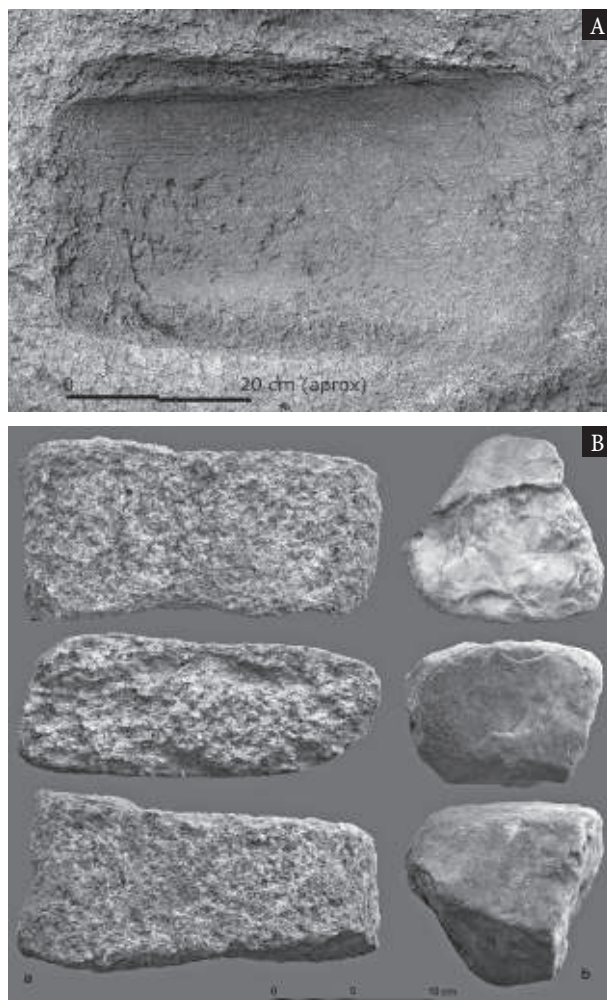



Figura 6.
A – Detalle de una cazoleta de La Peña Los Caballos (Pino del Oro, Zamora).

B – Molederas o manos de moler procedentes de La Sierpe 2 (Pino del Oro, Zamora).

romana de forma casi exhaustiva, hasta el punto de que en su superficie sólo quedan los cantos rodados más gruesos procedentes de su lavado. Las muestras recogidas en las acumulaciones de estériles próximas a las labores mineras tienen también un contenido relativamente alto de Hg, lo que corrobora su empleo en el proceso de lavado.

Sin embargo en Las Cavenes de El Cabaco (Salamanca), lo más evidente es que no parece haberse utilizado la amalgamación en el proceso minero, al menos de forma sistemática. Ni siquiera puede hablarse de una posición particular dentro de las labores mineras de las pocas muestras con un contenido en Hg más elevado. Es especialmente relevante el bajo contenido de las muestras

recogidas en las acumulaciones de estériles en zonas relativamente cercanas a las labores antiguas.

2.3. El tratamiento de enriquecimiento en algunas zonas primarias con leyes relativamente elevadas

Los tratamientos de enriquecimiento en yacimientos primarios que conducían a la obtención del oro molido, de tamaño comparable a la harina o *scudes*[5], poseen amplios precedentes en el mundo romano, desde los lavaderos planos o helicoidales donde se obtenía la plata ateniense en Laurium, pasando por los procedimientos utilizados en las minas del Egipto ptolemaico según las describe Diodoro de Sicilia (D.S. III, 13, 2), hasta los morteros con cazoletas hechos en rocas duras que se documentan en muchas zonas del Noroeste Peninsular y particularmente en la zona de Três Minas – Jales. Como ya se ha indicado en el anterior apartado 1.3, una variante singular para realizar el molido del mineral se ha documentado en la zona minera de Pino del Oro (Zamora). Se trata de cazoletas labradas directamente en la roca de granito donde el mineral de oro, una vez seleccionado, quizás tostado y machacado, sufría el último molido. La erosión interna de las cazoletas no deja lugar a dudas, por otro lado su tamaño estandar es de 1 x 2 pies romanos (30 x 60 cm aprox.) (Fig. 6A). En la zona minera de Pino del Oro y en áreas colindantes con ella se han documentado numerosos afloramientos o canchales de granito con este tipo de morteros en forma de cazoletas dispuestas en batería y junto a ellas se han encontrado algunas de las piedras utilizadas para moler sobre ellos (Fig. 6B).

Referencias

ARIAS, F.; LE ROUX, P. & TRANOY, A. (1979). *Inscriptions romaines de la province de Lugo*. Paris.

BALBÍN, P. (2006). *Hospitalidad y patronato en la Península Ibérica durante la Antigüedad*. Valladolid.

BATATA, C. (2009). Resultados das Escavaçöes arqueológicas de 2007 e 2008 realizadas no complexo mineiro romano de Três-Minas e Jales. *Revista Aquae Flaviae*. 41. 417-431.

BELTRÁN, A. & ALONSO, F. (2010). El contexto epigráfico de Pino del Oro, Zamora: escritura, símbolo y poder en el área transmontana-zamorana occidental. In SASTRE, I.; BELTRÁN, A. (eds.). *El bronce de El Picón (Pino del Oro). Procesos de cambio en el Occidente de Hispania*. Valladolid. p. 175-200.

BELTRÁN, A.; REHER, G.; ALONSO, F.; ROMERO, D.; CURRÁS, B.; PECHARROMÁN, J. L. & SASTRE, I. (2009). Inscripciones funerarias y votivas de Villardiegua y Pino del Oro: arqueología y epigrafía latina en Zamora. *Conimbriga*. 48. 123-180.

BIRD, D. (2004). Pliny's *Arrugia*. Water power in Roman Gold-Mining. In CLAUGHTON, P. (ed.). *Water Power in Mining*. Special issue of *Mining History*. 15(4/5). 58-63.

[5] Plin. *NH* 33.69: *Quod effosum est, tunditur, lauatur, uritur, molitur. Farinam a pila scudem uocant.*

CAUUET, B. (1986). Les mines d'or antiques du Nord-Ouest du Bierzo (León, Espage). In *Actas I Congreso Internacional Astorga Romana*. Astorga. II. p. 137-152.

DOMERGUE, C. (1986). Dixhuit ans de recherche (19681986) sur les mines d'or romaines du NordOuest de la Péninsule Ibérique. In *Actas I Congreso Internacional Astorga Romana*. Astorga. II. p. 7101.

DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid.

DOMERGUE, C. (coord.) (1989). *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Coloquio internacional asociado, Madrid, 24-28 octubre 1985.* Madrid.

DOMERGUE, C. (1990). *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*. Rome.

DOMERGUE, C. (2008). *Les mines antiques : la production des métaux aux époques grecque et romaine.* Paris.

DOMERGUE, C. & HERAIL, G. (1978). *Mines d'or romaines d'Espagne. Le district de la Valduerna*. Toulouse.

DOMERGUE, C. & MARTIN, T. (1977). *Minas de oro romanas de la provincia de León II, EAE* 94. Madrid.

DOMERGUE, C. & SILLIÈRES, P. (1977). *Minas de oro romanas de la provincia de León I, EAE* 93. Madrid.

FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1988). *La Corona y el Castro de Corporales, II. Campaña de 1983 y prospecciones en La Cabrera y La Valderia (León),* EAE 153. Madrid.

GÓMEZ ESPELOSÍN, J. (2007). *Estrabón. Geografía de Iberia*. Translation by J. Gómez Espelosín. Presentation, notes and comments by Gonzalo Cruz Andreotti, Marco V. García Quintela and Javier Gómez Espelosín. Madrid.

GRAU, L. & HOYAS, J. L. (2001). *El bronce de Bembibre. Un edicto del emperador Augusto.* Valladolid.

HÉRAIL, G. (1984). *Geomorphologie et gîtologie de l'or dètritique. Piemonts et bassins intramontagneux du NordOuest de l'Espagne (Monts de Léon, Bierzo), thèse du doctorat d'Etat*. Paris.

HÉRAIL, G. & PÉREZ-GARCÍA, L. C. (1989). Intérêt archéologique d'une étude géomorpho-litologique : les gisements d'or alluvial du Nord-Ouest de l'Espage. In DOMERGUE, C. (coord.). *Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas. Coloquio Internacional Asociado, Madrid, 2428 Octubre, 1985*. Madrid. II. p. 21-31.

LASSERRE, F. (1966). *Strabon. Géographie, tome II (livres III et IV)*. Paris.

LUZÓN, J. M.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J.; ACUÑA, F.; ALONSO, C.; ARIAS, F.; CAAMAÑO, J. M.; RODRÍGUEZ, A.; SIERRA, J. C. & VÁZQUEZ, J. M. (1980). *El Caurel*. EAE 110. Madrid.

MANGAS, J. & OREJAS, A. (1999). El trabajo en las minas en la Hispania Romana. In RODRÍGUEZ NEILA, J. F.; GONZÁLEZ ROMÁN, C.; MANGAS, J. & OREJAS, A. (eds.). *El trabajo en la Hispania romana*. Madrid. p. 207-337.

MARTINS, C. M. B. (2008). *A Exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*. Cadernos de Arqueologia. Monografias 14. Braga: ICS, Universidade do Minho.

MARTINS, C. M. B. (coord.) (2010). *Mineração e povoamento na Antiguidade no Alto Trás-os-Montes occidental*. Porto: CITCEM.

MONTERO, I. & ROVIRA, S. (1991). El oro y sus aleaciones en la orfebrería prerromana. *Archivo Español de Arqueología*. 64. 7-21.

OREJAS, A. (1996). *Estructura social y territorio. El impacto romano en la Cuenca Noroccidental del Duero*. Anejos de Archivo Español de Arqueología. 15. Madrid.

OREJAS, A. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (2002). Mines, Territorial Organisation and Social Structure in Roman Iberia: *Carthago Nova* and the Peninsular Northwest. *American Journal of Archaeology*. 106. p. 581-599.

OREJAS, A. & SASTRE, I. (1999). Fiscalité et organisation du territoire dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique: *civitates*, tribut et *ager mensura conprehensus*. *Dialogues d'Histoire Ancienne*. 25(1). 159-188.

OREJAS, A. & SASTRE, I. (2000). Auguste et la première organisation du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique: l'Édit du Bierzo, León, Espagne. *Dialogues d'Histoire Ancienne*. 26(1). 200-204.

OREJAS, A. & SASTRE, I. (2002). Origine de la main-d'ouvre dépendante dans les mines de la Péninsule Ibérique. In GARRIDO-HORY, M. (ed.). *Routes et marchés d'esclaves. 26 colloque du GIREA (Besançon, septembre 2001).* Besançon. p. 83-93.

PEREA CAVEDA, A. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1995). *Arqueología del oro astur. Orfebrería y minería*. Oviedo.

PÉREZ-GARCÍA, L. C.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & TORRES-RUIZ, J. (2000). Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and Bierzo Basins). *Journal of Geochemical Exploration*. 71. 225-240.

RAMAGE, A. & CRADDOCK, P. (2000). *King Croesus' Gold. Excavations at Sardis and the History of Gold Refining*. Cambridge.

REDENTOR, A. (2010). Aproximaçâo a um esboço social da área mineira romana da Serra da Padrela (Tresminas e Campo de Jales). In MARTINS, C. M. B. (coord.). *Mineração e povoamento na Antiguidade no Alto Trás-os-Montes occidental*. Porto: CITCEM. p. 121-162.

ROMERO, D. (2010). II. El contexto arqueológico: el yacimiento de El Picón. In SASTRE, I. & BELTRÁN, A. (eds.). *El bronce de El Picón (Pino del Oro). Procesos de cambio en el Occidente de Hispania*. Valladolid. p. 39-50.

RUIZ del ÁRBOL, M. (2005). *La arqueología de los espacios cultivados. Terrazas y explotación agraria romana en un área de montaña: la Sierra de Francia (Salamanca)*. Anejos de Archivo Español de Arqueología. XXXVI. Madrid.

RUIZ del ÁRBOL, M. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1999a). Les "terrasses" de la Fuente de la Mora (El Cabaco, Salamanque, Espagne): l'occupation et l'organisation du territoire dans le Nord-Est de la Lusitanie. *Dialogues d'Histoire Ancienne*. 25(1). 213-221.

RUIZ del ÁRBOL, M. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1999b). La minería aurífera romana en el noreste de Lusitania: Las Cavenes de El Cabaco (Salamanca). *Archivo Español de Arqueología*. 72. 119-139.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1989). Explotación del oro en la Hispania Romana: sus inicios y precedentes. In DOMERGUE, C. (coord.). *Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas. Coloquio Internacional Asociado, Madrid, 2428 Octubre, 1985*. Madrid. II. p. 3543.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (ed.) (1996). Arqueominería del oro: el Noroeste Peninsular. in *Arqueología e Historia de la Minería y Metalurgia. (Madrid, febrero de 1995. Museo Histórico-Minero Don Felipe de Borbón y Grecia).* Madrid. p. 87-106.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (ed.) (2000). *Las Médulas, un paisaje cultural en la Asturia Augustana*. León.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & CURRÁS, B. (2010). El contexto geoarqueológico. La Zona Minera de Pino del Oro. In SASTRE, I. & BELTRÁN, A. (eds.). *El bronce de El Picón (Pino del Oro). Procesos de cambio en el Occidente de Hispania*. Valladolid. p. 13-36.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. (1985). *La Corona y el Castro de Corporales I. Truchas (León). Campañas de 1978 a 1981*. *EAE* 141. Madrid.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. 1998. El beneficio del oro por las comunidades prerromanas del Noroeste peninsular. In DELIBES, G. (coord.). *Minerales y metales en la Prehistoria Reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibérica.* Valladolid. p. 227-246.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (dir.); FERNÁNDEZ-POSSE, M. D.; OREJAS, A.; PLÁCIDO, D.; RUIZ DEL ÁRBOL, M. & SASTRE, I. (2002). *Las Médulas. Patrimonio de la Humanidad. Exposición en el Real jardín Botánico del CSIC (Madrid).* Valladolid.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & MANGAS, L. C. (coords.) (2000). *El Edicto del Bierzo. Augusto y el Noroeste de Hispania*. Ponferrada.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & OREJAS, A. (1994). La Minería de oro del noroeste peninsular. Tecnología, organización y poblamiento. In VAQUERIZO GIL, D. (coord.). *Minería y Metalurgia en la España prerromana y romana*. Córdoba. p. 147-223.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & PÉREZ GARCÍA, L. C. (2005). Minería romana de oro en las cuencas de los ríos Erges / Erjas y Bazágueda (Lusitania): la zona minera de Penamacor – Meimoa. In *Lusitanos e romanos no Nordeste da Lusitânia. Actas das II Jornadas de Patrimonio da Beira Interior*. Guarda. p. 267-307.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J; PÉREZ GARCÍA, L. C. & OREJAS, A. (2000). Geomorphology and Archaeology in the Las Médulas Archaeological Zone (ZAM) (León, Spain). Evaluation of wastes and gold production. In VERMEULEN, F. & DE DAPPER, M. (eds.). *Geoarcheology of Landscapes of Classical Antiquity*. Leiden. p. 167-177.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & RUIZ del ÁRBOL, M. (2003). La zone minière de Las Cávenes de El Cabaco et du Pinalejo-Tenebrilla (Salamanque). In OREJAS, A. (ed.). *Atlas historique des zones minières d'Europe*. Luxemburgo. II. Dossier IV.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; RUIZ del ÁRBOL, M.; LÓPEZ JIMÉNEZ, O. & MORENO GUERRERO, E. (2003). *Tierra, agua y oro. Arqueología del Paisaje en la Sierra de Francia.* Salamanca.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; SASTRE, I.; CURRÁS, B. & ROMERO, D. (2009). Minería romana en la cuenca meridional de los ríos Sil y Miño. *Revista Aquae Flaviae*. 41. 285-301.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; SASTRE, I.; ROMERO, D.; BELTRÁN, A.; PECHARROMÁN, J.L.; ALONSO, F.; CURRÁS, B. & REHER, G.S. (2010). La zona minera de Pino de Oro. Un paisaje rural de época romana. In FORNIS, C.; GALLEGO, J.; LÓPEZ BARJA, P. & VALDÉS, M. (eds.). *Dialéctica histórica y compromiso social. Homenaje a Domingo Plácido*. Madrid. 2. p. 1067-1090.

SASTRE, I. (2001). *Las formaciones sociales rurales de la Asturia romana*. Madrid.

SASTRE, I. (2002). *Onomástica y relaciones políticas en la epigradía del Conventus Asturum durante el Alto Imperio*. Madrid.

SASTRE, I. (2010). Clientela y dependencia social en el Occidente y Noroeste hispanos: pactos y minería. In SASTRE, I. & BELTRÁN, A. (eds.). *El bronce de El Picón (Pino del Oro). Procesos de cambio en el Occidente de Hispania*. Valladolid. p. 157-163.

SASTRE, I. & BELTRÁN, A. (ed.) (2010). *El bronce de El Picón (Pino del Oro). Procesos de cambio en el occidente de Hispania.* Valladolid: Junta de Castilla y León.

SASTRE, I.; BELTRÁN, A.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (2010). Ejército y comunidades locales en el Noroeste peninsular: formas de control y relaciones de poder en torno a la minería del oro. In PALAO, J. J. (ed.). *Militares y civiles en la antigua Roma. Dos mundos diferentes, dos mundos unidos*. Salamanca. p. 117-134.

SASTRE, I.; BELTRÁN, A. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (2009). Nuevo pacto de hospitalidad procedente de Pino del Oro (Zamora, España). *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*. 168. 287-292.

SASTRE, I. & RUIZ del ÁRBOL, M. (2005). Las *civitates* del sector nordoriental de Lusitania: arqueología y epigrafía. In *Lusitanos e romanos no nordeste da Lusitania. Actas das 2as jornadas de património da Beira Interior*. Guarda. p. 135-153.

SASTRE, I. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (2002). La red hidráulica de las minas de oro hispanas: aspectos jurídicos, administrativos y políticos. *Archivo Español de Arqueología*. 75. 215-234.

SYME, R. (1969). Pliny, the procurator. *Harvard Studies in Classical Philology*. 73. 201-36.

VILLA VALDÉS, A. (1998). Estudio arqueológico del complejo minero romano de Boinás, Belmonte de Miranda (Asturias). *Boletín Geológico y Minero*. 109(5-6). 169-178.

VILLA VALDÉS, A. (2010). El oro en la Asturia Antigua: beneficio y manipulación de los metales preciosos en torno al cambio de era. In DE BLAS CORTINA, M. A.; DELIBES DE CASTRO, G.; VILLA VALDÉS, A.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. & FERNÁNDEZ-TRESGUERRES, J. A. (coord.). *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua*. Oviedo: Real Instº de Estudios Asturianos. p. 83-125.

WAHL, J. (1998). Aspectos tecnológicos da indústria mineira e metalúrgica romana de Três Minas e Campo de Jales (Concelho de Vila Pouca de Aguiar). In BRANDÃO, J. M. (coord.). *Actas do Seminário Arqueologia e Museologia Mineiras*. Lisboa. p. 57-68.

MINERÍA ROMANA EN EL NOROESTE DE HISPANIA: TECNOLOGIA MINERA Y EXPLOTACIÓN DEL TERRITÓRIO

Resumen Las investigaciones sobre la minería romana en el cuadrante noroeste de la Peninsula Ibérica no han dejado de proporcionar nuevas evidencia a lo largo de las últimas décadas, tanto en territorio español como en el portugués. De acuerdo con la famosa descripción de Plinio el Viejo, la importancia de las minas de oro de *Gallaecia*, *Lusitania* y, sobre todo, *Asturia* tiene que ver cada vez más con los múltiples aspectos de la provincialización del territorio hispano, desde su ocupación y nueva ordenación territorial hasta su plasmación en las formas de ordenación y apropiación del espacio. Hay que entender por lo tanto la tecnología minera dentro de una escala y perspectiva histórica integral, lo que implica a su vez un abandono de la visiones actualistas y de la explicación de la actividad minera como una actividad sectorial. Ese enfoque se va a exponer como síntesis a partir de los resultados obtenidos en diversas zonas mineras del cuadrante noroccidental de la Península Ibérica.

Palabras clave: Minería romana, Ordenación territorial, Noroeste de Hispania.

Abstract **Research on** Roman mining in the northwest quadrant of the Iberian Peninsula have continued to provide new evidence over the last decades, both in Spanish territory and in Portuguese. According to the famous description of Pliny the Elder, the importance of the gold mines of *Gallaecia*, *Lusitania* and, above all, *Asturia* has to do more and more with the multiple aspects of provincialization of hispanic territory, from its occupation and new spatial planning up to its forms of management and ownership of space. We must therefore understand mining technology on a scale and comprehensive historical perspective, which in turn implies an abandonment of the current view and explanation of the mining sector as an “sectorial” activity. This approach will be exposed as a synthesis based on the results obtained in various mining areas of North-West of the Iberian Peninsula.

Keywords: Roman, Spatial planning, Northwest quadrant of the Iberian Peninsula.

EXPLOTACIÓN MINERA Y POBLAMIENTO ROMANO A ORILLAS DEL CANTÁBRICO*

CÁRMEN FERNÁNDEZ OCHOA[1]
ÁNGEL MORILLO CERDÁN[2]

La explotación de los recursos mineros fue uno de los incentivos económicos más importantes de la implantación romana a orillas del Cantábrico (Fig. 1). Un elevado número de asentamientos romanos de la costa cantábrica están claramente asociados a la minería del oro, hierro, plomo y zinc. Ya en su día señalamos la estrecha relación entre la explotación de recursos minerales y las estructuras de poblamiento en determinadas áreas, como el occidente asturiano entre los ríos Eo y Navia, la bahía de Santander, la región de Reocín-Comillas, el hinterland de Castro Urdiales, la ría de Guernica o el bajo Bidasoa (Fernández Ochoa & Morillo 1994, p. 175). La variedad de los recursos y las necesidades propias de la extracción de cada mineral, además de la dinámica poblacional precedente, determinan las diversas formas de ocupación del espacio en la Antigüedad.

1. EXPLOTACIONES MINERAS ROMANAS DEL LITORAL CANTÁBRICO

Es evidente que las características geológicas imprimen una primera diferenciación básica a lo largo de las regiones cantábricas. En toda la franja litoral abundan los criaderos de mineral de hierro, a menudo combinado con otros metales como

* El presente trabajo se ha elaborado en el marco del Proyecto de I+D HAR-2008-06018-CO2/HIST: *Formación y disolución de civitates en el NW peninsular. Estructuras de poblamiento y territorio*, realizado bajo la dirección de Carmen Fernández Ochoa. Agradecemos a Á. Villa Valdés la información inédita que nos ha proporcionado acerca de los castros y explotaciones auríferas del occidente asturiano. Asimismo agradecemos a M. Urteaga la información que nos ha proporcionado sobre las minas del entorno de Irún.

[1] Universidad Autónoma de Madrid. carmen.fernandez@uam.es
[2] Universidad Complutense de Madrid.

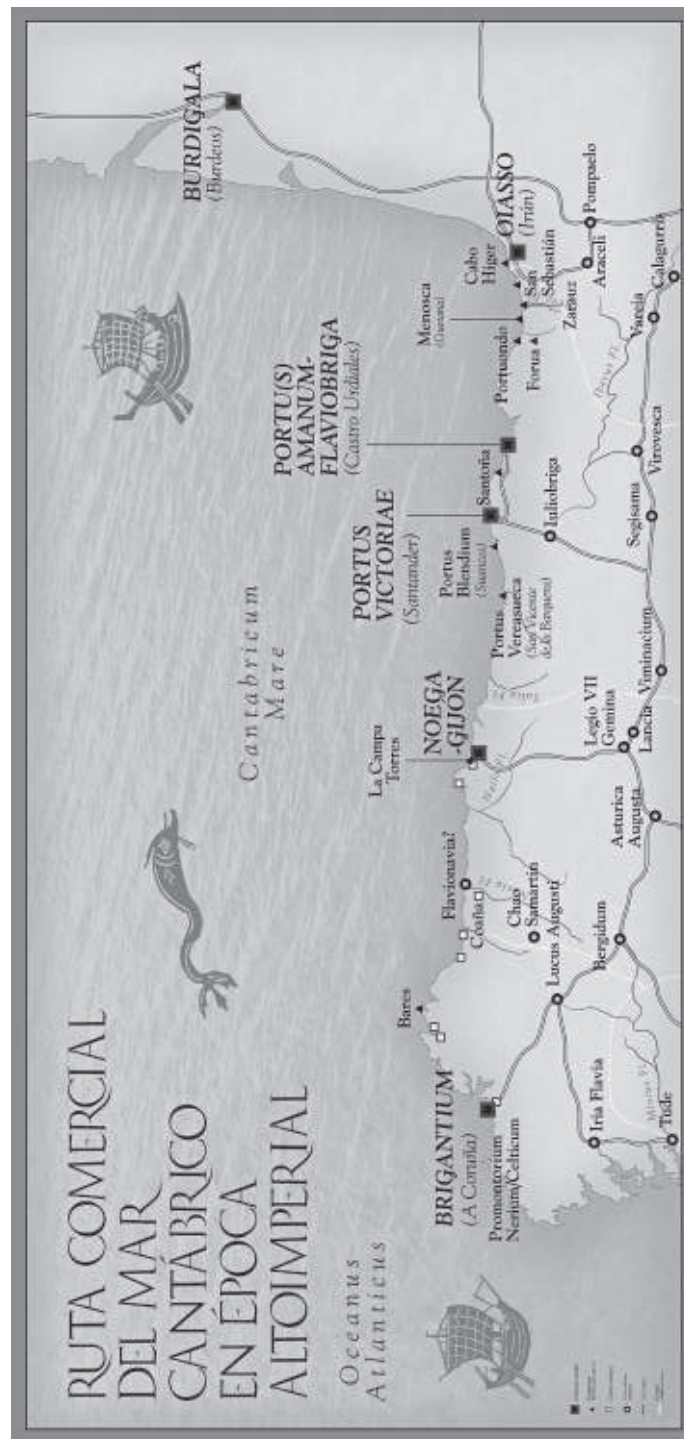



Figura 1. La ruta comercial cantábrica en época romana (C. Fernández Ochoa y A. Morillo 2003).

plomo y plata. Los mejor conocidos se encuentran en la zona cántabro-pirenaica: macizo de Peñas de Aya, Peña Cabarga, en el fondo de la bahía de Santander y ría de Guernica. Pero no cabe duda que el hierro se explotó también en numerosos lugares de la costa septentrional, como han puesto de manifiesto tanto las prospecciones arqueológicas como la práctica de una destacada metalurgia en los propios yacimientos castreño-romanos (Rodríguez Terente 2004, p. 10). En la zona occidental de Asturias, aflora el antiguo zócalo herciniano, que adopta una dirección norte-sur en la llamada "rodilla asturiana". Es una zona de esquistos, pizarras, cuarcitas y areniscas, donde abundan los filones auríferos de tipo primario, quizá beneficiados durante la II Edad del Hierro y sin duda, explotados intensamente en época romana. Filones de hierro debieron ser explotados puntualmente en las mismas áreas donde tuvo lugar el beneficio del oro. Yacimientos de plomo y zinc, se verifican en la Cantabria central, en torno a la zona de Reocín.

La atención científica que se ha prestado a dichas explotaciones mineras ha sido muy desigual. Si hace más de una década ya señalábamos que las minas del occidente astur y de la zona pirenaica habían recibido mucha mas atención que las cántabras y vizcaínas (Fernández Ochoa & Morillo 1994, p. 175), en los últimos 15 años se ha consolidado dicha divergencia. Las investigaciones de diversos autores han supuesto un notable avance en el conocimiento de la minería aurífera romana y del poblamiento que se encuentra en relación con la misma en el ámbito de Asturias, expresado a través de distintas publicaciones (Camino & Viniegra 1993; Estrada 1995; Perea & Sánchez-Palencia 1995; Sánchez-Palencia & Suárez 1985; Villa 1995, 1998, 2005, 2007a, 2007b, 2010; Villa & Fanjul Mosteirín 2006). Un efecto semejante ha tenido los trabajos de Urteaga relativos a Guipúzcoa, en especial las explotaciones del macizo guipuzcoano de Peñas de Aya (Urteaga 1997, 2008a, 2008b, 2008c; Cauuet *et al.* 2005).

Aportaciones mucho más puntuales se han realizado sobre minería cántabra, en la zona de la bahía de Santander, donde se localizaron recientemente varias galerías mineras (Morero I en Liaño) (Mantecón 2000, p. 38-45).

Una de las cuestiones más problemáticas es la datación de las explotaciones mineras, que se ha realizado a partir de los pocos restos materiales identificados en el interior de las galerías, que no constituyen un argumento definitivo. Los datos cronológicos disponibles parecen indicar que el periodo de máxima actividad extractiva tuvo lugar desde mediados del siglo I d.C., perdurando durante toda la siguiente centuria. No obstante, las intervenciones arqueológicas más recientes han permitido adelantar las fechas de explotación hasta época augustea, en el caso de las minas guipuzcoanas de Peñas de Aya (Cauuet *et al.* 2005, p. 444). En el occidente astur, algunos filones auríferos pudieron ser beneficiados desde época prerromana (siglos III-II a.C.), pero no cabe duda de que los recursos mineros se ponen en

explotación nada más terminada la conquista de la región astur transmontana por parte de Roma (Villa 2005, p. 199-210). En la zona de Peña Cabarga, en el fondo de la bahía santanderina, la comparación con los cotos guipuzcoanos de Peñas de Aya nos induce a considerar que el momento de máximo auge extractivo tuvo lugar a lo largo de las últimas décadas del siglo I y durante todo el siglo II d.C. (Fernández Ochoa *et al.* 2003, p. 430).

En algunos casos los criaderos explotados se encuentran a cierta distancia de la costa, lo que plantea el problema del transporte del mineral. Minerales como el hiero y el zinc debían extraerse necesariamente a poca distancia del litoral, por el elevado coste que suponía su traslado. La comunicación entre los filones mineros y la línea litoral debía realizarse a través de corrientes fluviales o zonas marítimo-fluviales como estuarios y bahías, de los cuales el Bajo Bidasoa y la bahía de Santander, a través de los que se drenaba el metal de las minas de Arditurri y Peña Cabarga respectivamente, constituyen los ejemplos mejor conocidos. Por el contrario, el caso del oro del cantábrico occidental plantea una problemática bien distinta. Al tratarse de un monopolio estatal y no depender de los beneficios económicos inmediatos, los filones se explotaban tanto en la costa como muy al interior del territorio transmontano, sin importar el esfuerzo económico y humano. La repercusión sobre el poblamiento regional será en este caso bien distinta.

2. MINERÍA Y POBLAMIENTO REGIONAL

Las estructuras de poblamiento manifiestan también diferencias muy acusadas entre el oriente y el occidente cantábrico. En Galicia y Asturias el sistema de ocupación del territorio durante la Edad del Hierro es el castro o poblado fortificado en altura, característico de sociedades clánicas donde los vínculos territoriales tienen un marcado protagonismo. Al este del río Sella, el patrón de asentamiento prerromano no acaba de ser definido. Se suele aceptar una rarificación del modo de hábitat castreño, pero los asentamientos en altura se describen indistintamente como "castros" y "*oppida*", sin otorgarles una caracterización clara. El hábitat prerromano en el País Vasco atlántico resulta todavía muy poco conocido, tal vez por la ausencia de investigaciones sistemáticas, lo que sigue justificando la clásica hipótesis de su marginalidad y escasa ocupación humana.

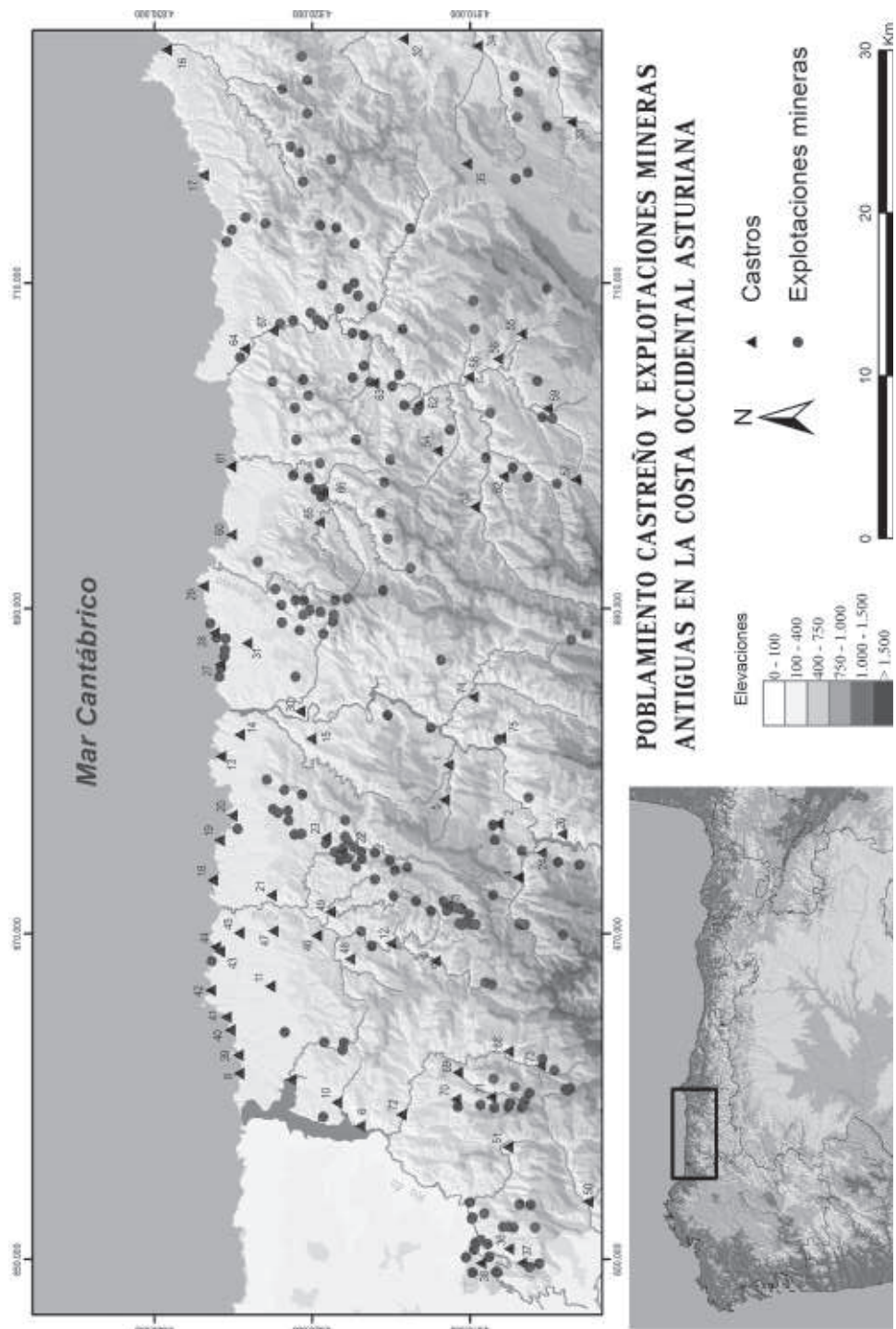
La transición al mundo romano implicará una diferente adecuación a la nueva realidad. El fenómeno de configuración de los territorios del noroeste de la Península presenta rasgos muy específicos, derivados de dos factores diferentes pero estrechamente relacionados entre sí, que se complementan para producir un resultado que se aparta de los patrones tradicionales de asentamiento romano. Estos

dos factores son el peso de los modelos indígenas de implantación territorial y la importancia de las explotaciones auríferas en la articulación del poblamiento. La conquista romana no termina con el sistema de hábitat castreño, sustituyéndolo por otro de nuevo cuño, sino que es aprovechado de forma selectiva, adaptándolo a los propios fines de la potencia colonial, entre los que se encuentran preferentemente la explotación minera y agropecuaria del territorio. El Estado impulsa la colonización de las zonas mineras, tanto litorales como interiores, así como las principales vías de comunicación que atraviesan los distritos auríferos. Los nuevos castros, mucho más numerosos que los de la época prerromana, asimilan la tipología del hábitat anterior, introduciendo las modificaciones pertinentes en su ubicación geográfica y su distribución del espacio interno. Se encuentran mucho más próximos entre sí, rompiendo el aislamiento tradicional de los emplazamientos prerromanos, y en su mayoría ocupan posiciones menos elevadas, con un dominio más reducido del espacio circundante. Se aprecia asimismo una diferenciación jerárquica y funcional entre los castros más próximos entre si. La estructura interna de estos poblados muestra un esquema regularizado de corte romano (Fernández Ochoa & Morillo 1999, p. 58-59). El nuevo modelo de poblamiento de los distritos auríferos responde a una planificación global promovida por la administración romana, que viene acompañada de grandes cambios sociopolíticos para la población indígena, que quedan enmascarados por la "continuidad" del tipo de asentamiento (Orejas 1996, p. 187-189).

En el sector cántabro-pirenaico, la transición al mundo romano se articula de manera muy diferente. Los emplazamientos en altura prerromanos son paulatinamente abandonados, sustituidos por nuevos patrones de asentamiento de corte romano, entre los que se encuentran enclaves portuarios de diverso rango y establecimientos rústicos de tipo *villae*. En estas regiones se verifica asimismo un abandono de las ocupaciones en cueva, que responde a una intensa tradición que arranca del periodo Paleolítico y continúa, con interrupciones intermitentes, hasta la época medieval (Fernández Ochoa & Morillo 1994, p. 175).

Las recientes investigaciones han permitido constatar la continuidad de ocupación en algunos asentamientos entre la Segunda Edad del Hierro y la época romana, bien en el mismo espacio físico o en su vecindad. Este parece ser el caso de Zarautz (Ibáñez & Sarasola 2009, p. 17-28), Santiagomendi (Astigarraga) (Ceberio 2009, p. 229) y los asentamientos vecinos de Munoaundi (San José 2005, p. 71-72) y San Martín de Iraurgi (Azkoitia) (Esteban 2004, p. 377).

Las características de la explotación minera en esta región determinan que su influencia sobre el poblamiento sea más reducida. No se verifica una concentración de yacimientos en torno a los cotos mineros semejante al área astur. En todo caso, el peso de las actividades extractivas de mineral se dejaría sentir en las proximi-

Figura 2. Castros y principales explotaciones mineras en la franja litoral del Occidente de Asturias.

1 – Castro de Pendia (Pendia), Boal
2 – La Escrita (La Escrita), Boal
3 – El Castellón (Vega de ouria), Boal
4 – El Castelo (Villar de San Pedro), Boal
5 – El Castro (Los Mazos), Boal
6 – Os Castros (Vilavedelle), Castropol
7 – Os Castros (Piñera), Castropol
8 – O Corno (Villadún), Castropol
9 – Castro (Castro (Balmonte)), Castropol
10 – La Corona (Iramola), Castropol
11 – Castros (Brul), Castropol
12 – Los Castelos (Lagar), Castropol
13 – Punta da Figueira (Medal), Coaña
14 – Monte del Castro (Mohías), Coaña
15 – Castelón (Vilacondide), Coaña
16 – La Garita (Riegoarriba), Cudillero
17 – Castro de Punta Borona (Ballota), Cudillero
18 – Cabo Blanco (Valdepares), El Franco
19 – El Castellón (La Caridad), El Franco
20 – El Castellón (Castello), El Franco
21 – La Corona (San juán de Prendonés), El Franco
22 – La Corona del Castro (Castro (Arancedo)), El Franco
23 – El Castrón (Arancedo), El Franco
24 – El Castelón de Cedemonio (Cedemonio), Illano
25 – El Castelo de Entrerríos (Entrerríos), Illano
26 – Llomba del Castro (Llombatín), Illano
27 – El Castrillón (Teifaros), Navia
28 – El Castiel (Soirana), Navia
29 – El Castro (Vigo), Navia
30 – El Castro (Armental), Navia
31 – Los Castiellos (Piñera), Navia
32 – Las Cogollas (Linares), Salas
33 – La Peña El Culladón (La Escosura), Salas
34 – El Espeñidal (Casazorrina), Salas
35 – El Castro (Porciles), Salas
36 – Croas de Castro (Castro), San Tirso de Abres
37 – Croas de Eilale (Eilale), San Tirso de Abres
38 – Os Castros (Salcido), San Tirso de Abres
39 – El Campo de San Lorenzo (Santa Agueda), Tapia de Casariego
40 – El Castelón (Cornayo), Tapia de Casariego
41 – El Castelo / El Esteiro (Calambre), Tapia de Casariego
42 – El Toxal (Tapia de Casariego), Tapia de Casariego
43 – Castreda (Balmorto), Tapia de Casariego
44 – Castello (Salave), Tapia de Casariego
45 – El Picón (La Coroza), Tapia de Casariego
46 – El Corcavón (Acevedo), Tapia de Casariego
47 – Castro Coronas (El Pico), Tapia de Casariego
48 – Las Cercas (Castrovaselle), Tapia de Casariego
49 – Peña Caldeira (La Veguina), Tapia de Casariego
50 – Os castros (Taramundi), Taramundi
51 – El Castro (El Castro), Taramundi
52 – El Castro (Fresnedo), Tineo
53 – El Pico Cortino (Folledo), Tineo
54 – El Castro de Manxelón (Naraval), Tineo
55 – El Castro (Villatresmil), Tineo
56 – El Castiecho (Bustiello), Tineo
57 – Los Castros (Riocastiello), Tineo
58 – El Castillo Veneiro (Veneiro de Abajo), Tineo
59 – El Castiechu (Luciernas), Tineo
60 – Castiechu (Otur), Valdés
61 – Castiel (El Chano), Valdés
62 – El Castiechu (Llongrey), Valdés
63 – El Cerco los Moros (Llamiella), Valdés
64 – La Cogocha (Canero), Valdés
65 – El Castiecho (La Cerezal), Valdés
66 – El Castiecho (Barceda), Valdés
67 – La Porida (Llendecastiello), Valdés
68 – Molejón (Molejón), Vegadeo
69 – Os Castros (Pruida de Meredo), Vegadeo
70 – Castro de As Penelas (As Penelas), Vegadeo
71 – Castro de Castromourán (Castromourán), Vegadeo
72 – Castro de A Veiga (Vegadeo), Vegadeo
73 – El Castro de Vixande (posible) (Palacio), Vegadeo
74 – El Castro (Illaso), Villayón
75 – Castro del Castillo (Ponticiella), Villayón

dades de la costa y, especialmente, en los puntos concretos de salida del mineral. El ejemplo más notable sería el de la antigua *Oiasso* (Irún).

A la vista del avance de la investigación en este campo durante las últimas décadas, estamos en condiciones de aproximarnos a una mejor definición de dos zonas cantábricas cuyas formas de poblamiento se encuentran vinculadas a la minería: el área occidental asturiana y la región del Bajo Bidasoa, en torno a Irún. Ambas responden además a patrones de de asentamiento muy diferentes, que analizaremos a continuación.

3. EL LITORAL CANTÁBRICO ENTRE LOS RÍOS EO Y NAVIA

Este sector, comprendido en términos generales entre el Eo y el Navia, con prolongaciones aisladas hacia Galicia (minas del río Masma, próximas a la ría de Foz, Lugo) (Sánchez-Palencia 1996, p. 34-35) y, por el occidente, hasta la desembocadura del Nalón (Camino 1995, 190; Perea & Sánchez-Palencia 1995, p. 102), concentra buena parte del poblamiento romano de la franja marítima asturiana, vinculado indudablemente a las explotaciones auríferas (Fig. 2).

Este tramo de la costa occidental asturiana presenta un único nivel de rasa, antigua superficie de abrasión marina, que configura un pasillo de comunicación litoral E-W entre Galicia y Asturias, elevado por término medio unos 120-130 metros sobre el nivel del mar. La costa es acantilada y recta, destacándose los salientes de los cabos Busto y Vidio y las desembocaduras del Eo, Navia y Narcea, pequeñas y estrechas grietas en el paredón rocoso costero. La presencia de una peculiar estructura tectónica, denominada "Rodilla asturiana" y orientada en sentido N-S, determina que la penetración hacia el interior se realiza a través de los ríos, que adoptan una dirección N-S. Son las cuencas de estos ríos (Eo, Porcía, Navia), cortos y de gran potencial erosivo, las que han facilitado tradicionalmente el laboreo aurífero.

Las explotaciones auríferas asturianas de este sector suelen emplear técnicas mineras muy simples, reexcavando vaguadas o desmontando terrazas de aluviones fluviales mediante canales de agua o desmontes en laderas cercanas. La *ruina montium* no parece ser una técnica frecuente, concentrándose en algunas zonas como la desembocadura del Porcía, los lagos de Silva o Ranón (Valdés) (Villa 2010, p. 88).

En la cuenca del Eo, especialmente en su margen derecha (Concejos de Taramundi y San Tirso de Abres), se ha prospectado algo más de una treintena de explotaciones mineras (Camino & Viniegra 1993 y 1995; Camino 1995; Estrada 1995). Corresponden en su mayoría a labores de pequeño tamaño, zanjas-canal de carácter prospectivo que cortan las laderas. Vinculados espacialmente a dichas explotaciones se encuentran al menos 20 castros. El único estudio arqueológico de conjunto de la zona ha aplicado

los principios del análisis espacial, relacionando el hábitat castreño-romano con actividades extractivas y agropecuarias en un marco territorial circunscrito aparentemente a cada valle (Camino & Viniegra 1993, 1995; Camino 1995).

El curso del Porcía, que nace en la sierra de Bobia, está presidido por el gran complejo aurífero de los Lagos de Silva o Salave, situado en el concejo de Tapia de Casariego. Se conservan los vestigios de un dique (La Barrosa), en el arranque de un canal de captación de unos 27 km, que conducía el agua hasta

Figura 3.
Dique de La Barrosa en el río Porcía (Asturias) (C. Fernández Ochoa 1980).

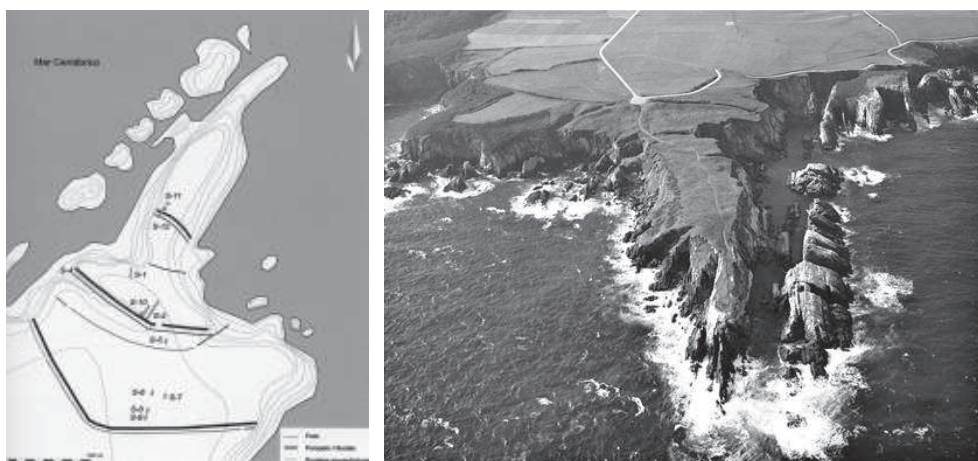
Figura 4.
Dique de La Barrosa en el río Porcía (Asturias) (C. Fernández Ochoa 1980).

Figura 5.
Mortero de cazoleta múltiple de Salave (Asturias) (A. Villa).

la explotación propiamente dicha, en los Lagos de Silva, cuyos filones fueron explotados a cielo abierto (Fig. 3 y 4). Los lagos o estanques que se conservan serían el resultado de los taponamientos de tierras y rocas removidas provocados por la extracción y el lavado del oro (Fig. 5). Varios canales de desagüe conducen directamente al mar (Fernández Ochoa 1979, 1982, p. 88-89; Camino 1996, p. 86-87). Varios castros de la zona se encuentran en relación espacial directa con las explotaciones (Camino 1995, 1996). Algunos de ellos presentan un claro origen prerromano (El Picón) (Villa 2007b); en otros, aunque carecemos de referencias sobre su origen, estuvieron sin duda ocupados en época romana. Tal sería el caso de los castros del Esteiro, Calambre, Tapia de Casariego, etc. Carecemos de un estudio diacrónico integrado sobre el poblamiento de esta zona.

Al este del Porcía, entre este río y la costa, se encuentran las explotaciones del concejo de El Franco, que constituyen una agrupación muy significativa de explotaciones auríferas, entre las que se encuentran las de Miudes, Arancedo y Covas de Andía. Uno de los rasgos que caracteriza este grupo es el papel preponderante que parece desem-

Figura 6. Yacimiento de Cabo Blanco (Asturias) (A. Villa y J. A. Fanjul Mosteirín).

Figura 7.
Yacimiento de Cabo Blanco (Asturias). Foso (C. Fernández Ochoa).

peñar el castro de Arancedo en relación con la mayoría de estas explotaciones romanas (Fernández Ochoa 1982, p. 247-248). Asimismo, alguno de los castros costeros, como Cabo Blanco (Villa & Fanjul Mosteirin 2005), o de la franja litoral, pudieron tener una relación directa con la minería aurífera (Fig. 6-9). Casi todas las explotaciones son zanjas o cortas de carácter primario, aunque algunas son formaciones secundarias como las Covas de Andía (Sánchez-Palencia 1995, p. 230; Villa 1995, p. 177-178) (Fig. 10 y 11).

La minería aurífera se rarifica en torno al curso bajo del río Navia, donde se conoce tan sólo algún lavadero y corta menor como el Cabrucal de Trelles (Navia), que podría relacionarse con castros como El Castrillón de Coaña. Del cercano castro de Mohias procede una pequeña laja de piedra de unos 10 cm de longitud y una inscripción en la que parece leerse "*…massa*" (lingote, montón) y un numeral en la parte inferior, que tal vez pueda relacionarse con actividades de transporte de mineral (Fig. 12 y 13)

Más al occidente se conocen labores de extracción en Villaoril (Navía), que también se ponen en relación con los castros de Armental y Téifaros (Camino 1995, p. 190). Fuera de esta área se conocen también explotaciones en el concejo de Valdés, como Cadavedo (Perea & Sánchez-Palencia 1995, p. 102).

A pesar que las labores de prospección de los últimos años han aumentado significativamente el número conocido tanto de castros como de explotaciones auríferas, seguimos desconociendo muchas cuestiones. Faltan estudios arqueomineros en toda la zona, que demuestren, por ejemplo, el alcance real de la extracción de hierro en conjunto o subsidiariamente respecto al oro, así como análisis que contemplen el modelo de poblamiento y la explotación de recursos mineros de forma integrada. La publicación de Camino (1995) que plantea por primera vez la proximidad relativa entre castros y minas apunta la estrecha relación espacial entre algunos de dichos yacimientos. Pero es preciso probar la conexión directa entre las poblaciones que habitaron algunos asentamientos y la explotación de los filones auríferos más cercanos. Las características topográficas y urbanísticas, así como las tempranas dataciones de muchos de los asentamientos castreño-romanos que jalonan el litoral entre el Eo y el Navia parecen indicar que nos encontramos ante una actuación generalizada, un mismo sistema de poblamiento. Pero por el momento no estamos en condiciones de definir el modelo integrado del binomio ocupación-explotación como el equipo de Sánchez-Palencia ha realizado en la zona astur meridional.

Por otra parte, en el estado actual de la investigación, carecemos de una visión diacrónica del poblamiento prerromano y romano. Se va confirmando una ocupación romana de mediados del siglo I d.C. para la mayoría de los castros costeros y marítimos de este sector del litoral asturiano, mientras se apunta por otra parte la existencia de asentamientos con utensilios mineros de la Edad del Bronce como los procedentes de El Picón de la Coroza (Villa 2010, p. 98). El aparente vacío de ocupación

Figura 8.
Yacimiento de Cabo Blanco. Foso (C. Fernández Ochoa).

Figura 9.
Yacimiento de Cabo Blanco. Detalle del foso (C. Fernández Ochoa).

Figura 10.
Covas de Andía (Asturias) (C. Fernández Ochoa).

Figura 11.
Covas de Andía (Asturias) (C. Fernández Ochoa).

Figura 12.
Castro de Mohías (Asturias).

Figura 13.
Laja de piedra procedente del Castro de Mohías con posible inscripción minera (F. Gil Sendino).

en la Edad de Hierro, se ve contestado conforme se realizan nuevas intervenciones arqueológicas, como las desarrolladas en los castros de Taramundi y Cabo Blanco (Villa 2009). En este sentido van tomando cuerpo las hipótesis que apunta hacia un papel destacado de la experiencia de la minería del oro prerromana en el desarrollo de las explotaciones romanas ulteriores, tal y como propone Villa (2010, p. 103).

4. *OIASSO* Y EL BAJO BIDASOA

En torno al estuario del Bidasoa, protegido por el cabo de Higuer, surgió una importante aglomeración en época romana, identificada como la antigua *Oiasso*[3]. El asentamiento principal se situó bajo el casco urbano de la actual ciudad de Irún, que contó con una infraestructura portuaria de considerable envergadura, punto de confluencia de la navegación marítima y fluvial (Urteaga 2003, 2005, 2008a, 2008b, 2008c; Urteaga & Otero 2002) (Fig. 14 y 15).

Aparentemente debió convertirse en el punto de salida del mineral de hierro y plomo extraído en los cotos mineros cercanos, ubicados principalmente en los

[3] Estrabón, *Geographica* III, 4, 10; Plinio, *Naturalis Historia* III, 29 y IV, 10; Ptolomeo, *Geographica* II, 6, 10 y II, 7, 2; Anónimo de Ravena 318, 1-2 y 308, 17.

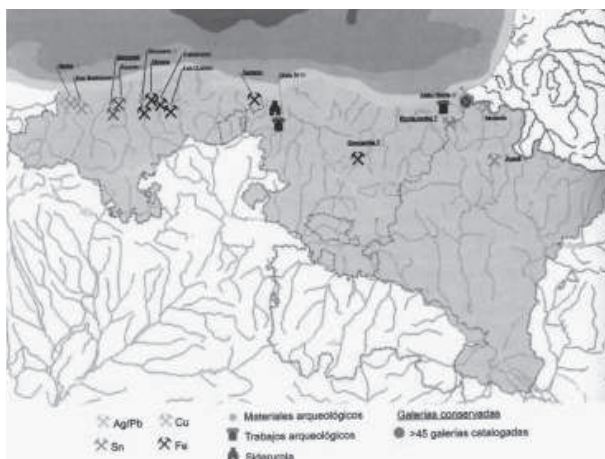



Figura 14.
Explotaciones mineras en el País Vasco, Navarra y Cantabria (M. Urteaga 2008).

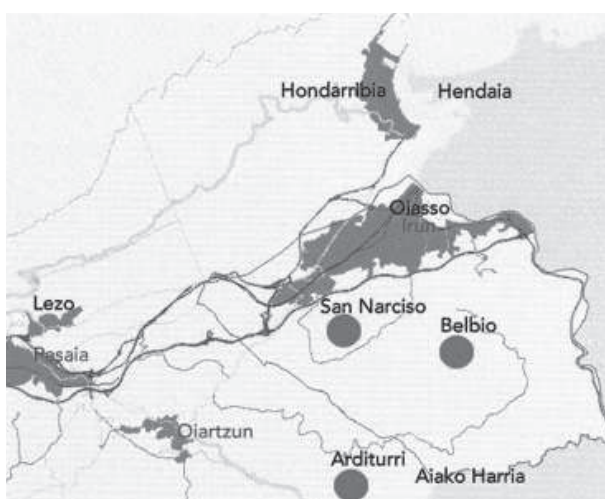



Figura 15.
Localización de los principales cotos mineros romanos en relación con el núcleo urbano de *Oiasso* (Irún, Guipúzcoa) (M. Urteaga 2008).

vecinos macizos de Peñas de Aya y San Narciso, afloramientos graníticos con una aureola metamórfica alrededor de pizarras carboníferas a través de las que han ascendido las sales minerales, dando lugar a los yacimientos filonianos de hierro, plomo, cobre y otros minerales, que se han explotado desde época romana hasta hace algunas décadas. En 1804, el ingeniero J. G. Thalacker, descubre la existencia de 46 galerías romanas en el paraje de Arditurri (Oiartzun), de las que hoy en día se conservan sólo 9 debido a los posteriores trabajos de extracción minera (Thalacker 1804; Urteaga 2005b).

Las exploraciones modernas, acometidas por M. Urteaga y T. Ugalde, comenzaron en 1983, y han puesto de manifiesto un gran completo extractivo (Urteaga 1997, 2008a, 2008b, 2008c; Urteaga & Ugalde 1986a, 1986b; Ugalde 2010). Además

de las galerías de Arditurri, que constituyen el conjunto más amplio y conocido, se han identificado explotaciones romanas en Altamira, Oiakineta, Zubeltzu, Elatzeta, Belbio, Lambarri, Castillo del Inglés, Lehun erreka y Zaguzar Harria, todas ellas en el entorno del Bajo Bidasoa y a escasa distancia de la actual Irún. Hasta el momento se ha constatado la datación romana de al menos 52 galerías y 4514 m de recorrido total (Fig. 16).

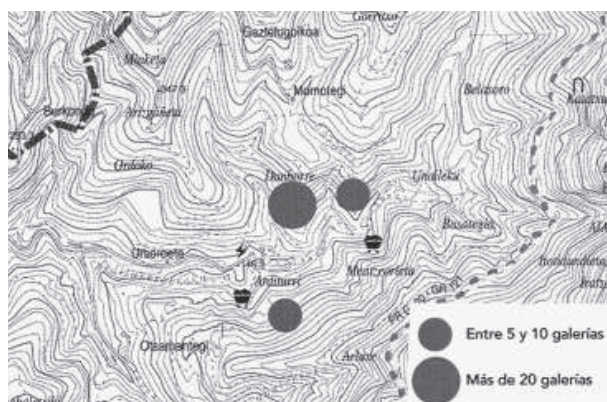



Figura 16.
Galerías romanas de los cotos de Arditurri (Guipúzcoa) (M. Urteaga 2008).

Los trabajos mineros reconocidos abarcan una amplia variedad de galerías y pozos: galerías de prospección, galerías de acceso y acarreo del mineral, galerías de explotación, pozos de ventilación, planos inclinados que comunican diferentes niveles, pozos para extracción de agua y galerías de drenaje. Las galerías de extracción presentan un trazado irregular y laberíntico, en diferentes niveles. La técnica consistía en picar el mineral en niveles superpuestos para evitar derrumbes, empleando el fuego para calentar la roca y romperla más tarde al empaparla de agua, actividad que ha dejado las llamadas "cúpulas de torrefacción". Las galerías romanas han desaparecido casi en su totalidad ya que al seguir en su día los filones más ricos, han sido eliminadas por la minería moderna, mucho más agresiva. Por lo que se refiere a las galerías de prospección, tienen una fuerte inclinación descendente, de hasta 45° y siguen un trazado rectilíneo hasta alcanzar el filón. La anchura es de 1 metro mientras la altura varía de 1,80 a 3 m. Cuentan con abundantes huecos en las paredes para depositar las lucernas (Urteaga 2008, p. 311-315). En Arditurri se ha localizado incluso un *cuniculus* o canal subterráneo para drenar las filtraciones de agua de 425 m de longitud, que discurre 15 m por debajo del nivel actual del río Oyartzun y sigue parcialmente en funcionamiento (Fig. 17). Una maquina para elevación de agua se ha identificada en la mina de Belbio (Ugalde 2010, p. 338-344).

El objetivo principal se considera la obtención de mineral de plata, que se extrae de la galena argentífera, acompañada de plomo, hierro y cobre (Urteaga 2008b,

Figura 17.
Cuniculus de Arditurri (fotografía: Tx. Ugalde, en M. Urtega 2008).

Figura 18.
Galena argentífera de los cotos mineros de Irún (Guipúzcoa) (M. Urteaga 2008).

p. 177) (Fig. 18). Los datos cronológicos derivados del análisis de los materiales recuperados permiten datar las explotaciones entre el periodo augusteo y el siglo III d. C. (Cauuet *et al.* 2005) (Fig. 19 y 20).

Como ya hemos apuntado, existen vínculos evidentes, tanto geográficos como funcionales entre los cotos mineros y el vecino núcleo romano de *Oiasso* (Urteaga 2008b, p. 182). La ciudad vascona debió organizar la explotación de su distrito minero, cuyos yacimientos se encontraban entre 2,5 y 6,5 km.

Sin embargo, a diferencia del área occidental asturiana, aparte de *Oiasso*, no se ha dado a conocer ningún asentamiento relacionado directamente con los cotos mineros, donde viviera la población que trabajaba en las minas o donde tuvieran lugar los trabajos metalúrgicos de refinado del mineral, tal vez realizados a pie de mina. Posiblemente los futuros trabajos arqueológicos modifiquen el estado actual de la investigación. De cualquier forma no se detecta una modificación general del paisaje humano como la del área astur, que pudiera hablarnos de una actuación estatal movida por los intereses concretos derivados de una explotación a gran escala. Urteaga propone la implicación de la administración romana en la actividad minera regional a partir del modelo establecido por las Leyes de Vipasca (Urteaga 2008b, p. 182). Pero sigue sin aclararse el agente concreto que promovió la extracción minera en la región y el beneficio real que pudo obtenerse de cada mineral. En todo caso, los análisis isotópicos de los restos de los muelles de *Oiasso* indican una explotación

Figura 20.
Molino de mineral procedente de las minas de Arditurri (fotografía: Tx. Ugalde).

Figura 19.
Lucerna romana procedente de las minas de Arditurri (Guipúzcoa) (M. Urteaga 2008).

del plomo, con toda seguridad en combinación con la plata, desde finales del I d. C., alcanzando los índices más altos durante el siglo II (Urteaga 2003, p. 205). Tampoco puede descartarse el beneficio y comercio del hierro, tradicionalmente avalado por el llamado pecio de Cabo Higuer (Martín Bueno & Rodríguez Salis 1975), hallazgo cuya datación romana ha sido cuestionada (Urteaga 2003, p. 203, nota 28).

5. CONSIDERACIONES GENERALES

Abordar el análisis de la minería y el poblamiento cantábrico supone enfrentarse a una realidad diferenciada desde el punto de vista del conocimiento arqueológico, más desarrollado en Asturias y Guipúzcoa que en Cantabria y Vizcaya. Teniendo en cuenta esta situación, cabe preguntarse si en las regiones mejor conocidas la explotación minera tuvo más importancia en época romana por razones geológicas o topográficas, o nos encontramos ante un problema de investigación en aquellas áreas menos estudiadas.

De cualquier forma, ni siquiera en todos los distritos que contaron con explotaciones romanas bien conocidas se ha podido constatar una interrelación estrecha

entre la minería y el patrón de asentamiento. Tan sólo en el occidente asturiano, entre los ríos Navia y Eo, se establece un nuevo paisaje humano, donde las explotaciones auríferas se encuentran en directa relación espacial con establecimientos castreño-romanos, que se densifican notablemente en este espacio, aunque subsisten aún numerosas incógnitas sobre el proceso de implantación en cada uno y su evolución a lo largo del tiempo.

La mayor incidencia de la minería en el poblamiento de este sector galaico-astur se debe evidentemente a los modelos de explotación aplicados por Roma en los distritos auríferos, que requieren una gran aportación de mano de obra y aplicaciones técnicas muy desarrolladas (canales, cortas, galerías). Hoy en día se acepta que las comunidades castreñas desempeñaron un importante papel en las explotaciones a gran escala. Los castros prerromanos, autárquicos e igualitarios, se integraron dentro de la administración romana, lo que conllevó un proceso de jerarquización gradual de asentamientos y una serie de transformaciones urbanísticas y topográficas fundamentales, como se ha demostrado en aquellos poblados próximos a las minas del Alto Navia que han sido objeto de una excavación sistemática (Villa 2009). Pero en la zona más próxima al litoral desconocemos aspectos esenciales de este proceso: la especialización funcional de los núcleos habitados (castros mineros, castros agrícolas), cuales desempeñaron la función de cabecera de distrito y cómo las élites prerromanas adquirieron protagonismo dentro de la nueva estructura sociopolítica creada por Roma. La necesidad estatal de organizar un territorio rico en recursos auríferos impulsó la transformación radical del paisaje humano a partir del modelo de la *civitas*.

En cuanto a las necesidades generadas por la puesta en explotación de las minas auríferas, se utiliza selectivamente la experiencia prerromana en este ámbito, orientada hacia filones de fácil reconocimiento y alta ley en yacimientos primarios y terrazas aluviales, que no exigían un tratamiento metalúrgico complejo (Villa 2010, p. 89 y 103). Los conocimientos previos, maximizados gracias a los nuevos medios tecnológicos, se aplican a modelos de explotación a gran escala. Dentro de este nuevo contexto no existen territorios individuales de explotación, sino que se planifica la explotación de los distritos en su conjunto como corresponde a un interés estatal (Sánchez-Palencia & Perea 1995, p. 89-94). Mientras no conozcamos la función específica de cada asentamiento y su posición en la jerarquía poblacional, es preciso relativizar la cuestión de la relación espacial entre yacimientos y castros. Asimismo desconocemos el agente que controló los procesos extractivos y el transporte del mineral, tarea encomendada al ejército en otros distritos auríferos del Noroeste.

Dejando al margen este sector astur-galaico, es muy probable que el resto del litoral cantábrico se articule siguiendo un modelo muy diferente. En este caso el asentamiento humano está directamente condicionado por el tráfico marítimo. El

hábitat se densifica en torno a los ámbitos costeros que ofrecen las mejores condiciones naturales para el desarrollo de la navegación y las relaciones marítimas, en el interior de rías o escotaduras protegidas, como la bahía de Santander o el estuario del Bidasoa. Conocemos toda una tipología de modelos de implantación perfectamente conocidos en el mundo romano (Fernández Ochoa & Morillo 1994). Uno de los ejemplos mejor conocidos en este sentido es el del ámbito de la antigua *Oiasso* (Irún). En estos ámbitos, las actividades extractivas de carácter minero debieron desempeñar un importante papel económico y comercial, pero en modo alguno fueron determinantes para la reestructuración del territorio tras la llegada de Roma.

REFERENCIAS

CAMINO, J. (1995). *Los castros marítimos en Asturias*. Oviedo: Instituto de Estudios Asturianos.

CAMINO, J. (1996). *El honor del Paisaje. Arqueología y medio rural en Asturias*. Oviedo: Consejería de Agricultura de Asturias.

CAMINO, J. & VINIEGRA, Y. (1993). Aproximación a la minería aurífera y al poblamiento castreño de la cuenca baja del río Eo en Asturias. *Boletín Seminario Estudios de Arte y Arqueología.* 59. 141-153.

CAMINO, J. & VINIEGRA, Y. (1995). Noticia de la Carta Arqueológica del Concejo de Castropol. In *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1991-1994*. Oviedo: Consejería de Cultura de Asturias. p. 168-173.

CAUUET, B.; DOMERGUE, C. & URTEAGA, M. (2005). Mines et métallurgies en Aquitaine et en Hispanie septentrionales sous les Julio-Claudiens. In *L'Aquitaine et l'Hispanie septentrionale à l'époque juio-claudienne. Organisation et explotation des espaces provinciaux*. Suppl.13. Saintes: Ausonius. p. 423-460.

CEBERIO, M. (2009). Nuevas aportaciones al estudio de la transición de la Edad del Hierro a época romana en Guipúzcoa: el caso de Santiagomendi (Astigarraga). *Munibe.* 60. 219-241.

DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid: Publications de la Casa de Velázquez.

ESTEBAN, M. (1990). *El País Vasco Atlántico en época romana*. Mundaiz 6. San Sebastián: Universidad de Deusto.

ESTEBAN, M. (2004). Tendencias en la creación de asentamientos durante los primeros siglos de la Era en el espacio litoral guipuzcoano. *Kobie.* Serie Anejos. 6. 371-380.

ESTRADA, R. (1995). Reseña de la carta arqueológica de San Tirso de Abres. In *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1991-1994*. Oviedo: Consejería de Cultura de Asturias. p. 165-167.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. (1979). Aportación al estudio de la minería romana de Asturias: el dique de la Barrosa y el canal de los lagos de Silva, de Salave (Tapia de Casariego). *Boletín del Instituto de Estudios Asturianos.* 96-97. 411-421.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. (1982). *Asturias en la época romana*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. & MORILLO, A. (1994). *De Brigantium a Oiasso. Una aproximación al estudio de los enclaves marítimos cantábricos en época romana*. Madrid: Foro.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. & MORILLO, A. (1999). *La Tierra de los Astures. Nuevas perspectivas sobre la implantación romana en la antigua Asturia*. Gijón: Trea.

FERNÁNDEZ OCHOA, C. & MORILLO, A. (2003). El puerto de Santander y otros enclaves marítimos de la Cantabria romana. In FERNÁNDEZ OCHOA, C. (ed.). *Gijón, puerto romano. Navegación y comercio en el Cantábrico durante la Antigüedad*. Gijón: Lunwerg. p. 134-151.

FERNÁNDEZ OCHOA, C.; IGLESIAS GIL, J. M. & MORILLO, A. (2003). Implantación romana y tráfico marítimo en la bahía de Santander. In FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. & RUIZ COBO, J. (eds.). *La Arqueología de la bahía de Santander*. Santander: Fundación Marcelino Botín. p. 411-438.

IBÁÑEZ ETXEBERRIA, A. & SARASOLA ETXEGOIEN, N. (2009). El yacimiento arqueológico de Santa María la Real de Zarautz (País Vasco). In IBÁÑEZ ETXEBERRIA, A. (ed.). *Santa María la Real de Zarautz (País Vasco). Continuidad y Discontinuidad en la ocupación de la costa vasca entre los siglos V a. C. y XIV d. C.*. Munibe Suplemento 27. Donosti: Sociedad de Ciencias Aranzadi. p. 176-190.

MANTECÓN CALLEJO, L. (2000). La minería romana en Cantabria. *Nivel Cero.* 8. 37-58.

MARÍN, C. (2006). Arqueología castreña en las Cuencas del Eo y del Navia. *Campo del Tablado.* 3. 89-113.

MARTÍN BUENO, M. & RODRÍGUEZ SALÍS, J. (1975). The Anchorage of El Cabo de Higuer (Fuenterrabía, Guipúzcoa). *Nautical Archaeology.* 4(2). 331-333.

OREJAS, A. (1996). *Estructura social y territorio. El impacto romano en la cuenca noroccidental del Duero*. Anejos AEspA 15. Madrid: CSIC.

PEREA, A. & SÁNCHEZ-PALENCIA, J. (1995). *Arqueología del oro astur. Orfebrería y minería*. Oviedo: Caja Asturias.

RODRÍGUEZ TERENTE, L. M. (2004). Minería metálica en el occidente de Asturias. *Campo del Tablado.* 1. 7-15.

SÁNCHEZ-PALENCIA, J. & SUÁREZ SUÁREZ, V. (1985). La minería antigua del oro en Asturias. *El Libro de la Mina*. Vitoria. 221-241.

SÁNCHEZ-PALENCIA, J.; ÁLVAREZ, Y. & LÓPEZ, L. F. (1996). La minería aurífera en Galicia. In *El Oro y la orfebrería prehistórica de Galicia*. Lugo: Diputación de Lugo. p. 9-40.

SAN JOSÉ, S. (2005). Los inicios de la metalurgia del hierro en la protohistoria de Guipúzcoa. In *I Congreso Internacional de Paleosiderurgia y Recuperación de Patrimonio Industrial: Hierro, Historia y Patrimonio*. San Sebastián: Gobierno Vasco y Diputación de Gipuzkoa. p. 63-76.

UGALDE, TX. (2010). Máquinas de elevación de agua en la minería romana. El ejemplo de los pozos de la mina de Belbio (Irún). In *V Congreso de Obra Pública Romana*. Córdoba: Colegio de Ingenieros. p. 241-259.

URTEAGA, M. (1997). Minería romana en Guipúzcoa. *Isturitz.* 8 (*I Coloquio sobre la Romanización en Euskal Herria*). 491-515.

URTEAGA, M. (2003). El puerto romano de *Oiasso* (Irún) y la desembocadura del río Bidasoa. In FERNÁNDEZ OCHOA, C. (ed.). *Gijón, puerto romana. Navegación y comercio en el Cantábrico durante la Antigüedad*. Gijón: Lunwerg. p. 192-211.

URTEAGA, M. (2005a). El puerto romano de Irún (Gipuzkoa). In URTEAGA, M. & NOAIN, M. J. (eds.). *Actas del Congreso Internacional Mar Exterior. El Occidente Atlántico en época romana*. Roma: Diputación Foral de Guipozkoa y Sociedad Arkeolan. p. 85-106.

URTEAGA, M. (2005b). Juan Guillermo Thalacker y las minas de Arditurri. *Boletín Arkeolan.* 12. 45-102.

URTEAGA, M. (2008a). El asentamiento romano de *Oiasso* (Irún): red viaria, puerto y distrito minero. In *IV Congreso de las Obras Públicas en la Ciudad Romana*. Lugo-Guitiriz: Colegio de Ingenieros. p. 303-329.

URTEAGA, M. (2008b). El *Vasconum Saltus* y *Oiasso*. *Boletín Arkeolan.* 15. 173-188.

URTEAGA, M. & OTERO, X. (2002). *Erromatar garaia*. Bertan 17. San Sebastián-Donosti: Sociedad Arkeolan.

URTEAGA, M. & UGALDE, TX. (1986a). Indicios de minería romana en Arditurri (Oyarzun). *Munibe.* 38. 107-117.

URTEAGA, M. & UGALDE, TX. (1986b). La mina de Altamira III, Irún (Guipúzcoa). In *Actas del I Congreso Internacional Astorga Romana* I. Astorga: Ayuntamiento de Astorga. p. 237-244.

VILLA, A. (1995). Inventario arqueológico del concejo de Valdés (1990). In *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1991-1994*. Oviedo: Consejería de Cultura de Asturias. p. 185-189.

VILLA, A. (1998). Estudio arqueológico del complejo minero romano de Boinas, Belmonte de Miranda (Asturias). *Boletín Geológico y Minero.* 109(5-6). 169-178.

VILLA, A. (2003). Castros y recintos fortificados en el Occidente de Asturias: estado de la cuestión. *Boletín Auriense.* 33. 115-146.

VILLA, A. (2005). Minería y metalurgia del oro en la Asturias romana. In PUCHE, O. & AYARZAGÜENA, M. (eds.). *Minería y Metalurgia Históricas en el Sudoeste Europeo*. Madrid: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. p. 197-213.

VILLA, A. (2007a). Explotación aurífera en la Sierra de Begega (Belmonte de Miranda): principales resultados de la intervención arqueológica. In *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1999-2002*. Oviedo: Consejería de Cultura de Asturias. p. 295-303.

VILLA, A. (2007b). El castro de El Picón (La Coroza, Tapia de Casariego): un poblado de la Edad del Bronce en la Marina Occidental asturiana. In *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1999-2002*. Oviedo: Consejería de Cultura de Asturias. p. 277-282.

VILLA, A. (2008). Las transformaciones del paisaje castreño en época romana. In *La Prehistoria en Asturias*.Oviedo: La Nueva España. p. 801-816.

VILLA, A. (2010). El oro en la Asturias antigua: beneficio y manipulación de los metales preciosos en torno al cambio de Era. In *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias Prehistórica y Antigua*. Oviedo: Real Instituto de Estudios Asturianos. p. 83-125.

VILLA, A. & FANJUL MOSTEIRIN, J. A. (2006). Avance al estudio arqueológico de las labores auríferas de época romana de Carlés (Asturias, España). In *III Simposio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Suroeste Europeo*. Oporto: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. p. 141-155.

Resumen: La explotación de los recursos mineros fue uno de los incentivos económicos más importantes de la implantación romana a orillas del Cantábrico. El poblamiento romano regional se densifica notablemente en torno a los criaderos de oro, hierro, plomo y zinc de la franja costera. La variedad de los recursos, las necesidades propias de la extracción de cada mineral y la dinámica poblacional precedente en cada zona, determinan las diversas formas de ocupación del espacio en la Antigüedad.

Palabras clave: Dinámica poblacional, Explotación minera, Antigüedad.

Abstract: Metal mining was one of the main economic reasons to explain the roman occupation in the Cantabrian coast. The archaeological evidence confirms that the number of Roman settlements increases specially in the areas surrounding the regional mines of gold, lead, iron and copper. In each case, the type of metal resources, its different methods of exploitation and the dynamics of settlement in pre-roman period, help us to determine the different system of landscape occupation in mining regions.

Key-words: Settlement, Mining exploration, Roman period.

LOS YACIMIENTOS AURÍFEROS PRIMÁRIOS DE LA PROVINCIA DE LEÓN (ESPAÑA): TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN ROMANA

ROBERTO MATÍAS RODRÍGUEZ[1]

1. INTRODUCCION

La explotación de yacimientos auríferos primarios mediante grandes complejos mineros subterráneos es un hecho evidente y constatable de la minería aurífera romana del noroeste hispano, aunque este aspecto todavía no ha sido suficientemente valorado frente a las más espectaculares y llamativas obras de la minería hidráulica a cielo abierto, fácilmente localizables y accesibles en el terreno. La distribución de la minería aurífera subterránea en esta amplia zona se centra principalmente en el norte de Portugal, encontrándose las principales minas en las proximidades de Oporto (Valongo-Paredes) y Vila Real (Jales-Três Minas). Frente a las extraordinarias y extensas labores mineras de la zona portuguesa, resultan escasos los ejemplos de minería romana subterránea conocidos en otras zonas del noroeste, salvo algunas excepciones como las de San Clodio (Lugo) o las de Castropodame, San Facundo, Montealegre, Tabuyo, Manzaneda y Pozos, junto con el notable ejemplo de Llamas de Cabrera, todos ellos en León. Asociados a estos yacimientos primarios, especialmente en los afloramientos e inmediaciones de los mismos, se encuentran también otros enriquecimientos auríferos, en la frontera entre yacimientos primarios y secundarios, pero que por sus características y escaso transporte de los materiales pueden considerarse muchas veces como primarios.

En la zona leonesa, para la explotación de conjunto de estas zonas mineralizadas se ha constatado además, en la mayoría de los casos, la existencia de sistemas de explotación hidráulica, aplicados en un primer lugar, que luego han dado paso a trabajos mineros realizados manualmente de forma selectiva sobre los afloramientos de los filones de cuarzo, para incluso llegar a profundizar posteriormente mediante minería subterránea.

[1] Fundación Cultura Minera. matiasr.roberto@gmail.com

Los diversos reconocimientos de campo realizados en los últimos años para la investigación de las técnicas utilizadas en las distintas explotaciones mineras romanas sobre yacimientos auríferos primarios de la provincia de León y otros lugares del noroeste hispano han puesto de manifiesto la existencia de patrones comunes de explotación minera, así como la presencia sistemática de las bases de los molinos utilizados en el proceso de recuperación del oro del cuarzo aurífero, claramente en relación con técnicas mineras no hidráulicas. Fruto de esta búsqueda paciente y exhaustiva, además de localizar algunos trabajos mineros inéditos, en algunas de las minas romanas estudiadas se ha llegado a documentar por vez primera la existencia de este tipo de evidencias arqueológicas, tanto en la versión de bases individuales como en la de bases múltiples, claro indicio de una mecanización del proceso de molienda.

De este modo, ante la más que evidente asociación entre los yacimientos auríferos primarios y la presencia de los restos de los molinos utilizados durante la fase de explotación romana en el proceso de concentración del oro, parece necesaria una revisión de los conceptos establecidos hasta la fecha, teniendo como eje principal los yacimientos primarios de la provincia de León.

2. LOS YACIMIENTOS AURÍFEROS PRIMARIOS DEL NOROESTE HISPANO

El noroeste hispano es un amplio territorio que geológicamente resulta muy rico y variado en sustancias minerales, entre las que destaca el oro, que se presenta en numerosos yacimientos primarios de origen hidrotermal, muy repartidos geográficamente, que a su vez han dado lugar a la formación de grandes yacimientos secundarios por meteorización. Podemos agrupar estos yacimientos de oro primarios en las siguientes zonas principales:

PORTUGAL:

- Area de Oporto: Castromil, Banjas, Valongo, etc.;
- Area de Vila Real-Chaves: Três Minas, Jales, Boticas, etc.

ESPAÑA:

- Galicia: El Caurel, San Clodio (Lugo), Os Biocos (Orense), Corcoesto (Coruña), Barbantes (Orense), etc.;
- Asturias: Salave, Fresnedo, Tineo, Andina, Begega, Salas-Carlés, etc.;
- León: Llamas de Cabrera, Val de San Lorenzo, Castropodame, Montealegre, Pozos, Manzaneda, Teleno, Prada-Andiñuela, Villablino, Valle Gordo, Burbia-Candín, etc.;
- Zamora: Pino del Oro;
- Salamanca: Entorno de El Cabaco.

La alteración atmosférica (meteorización) del afloramiento de estos yacimientos primarios y la actividad tectónica de los inicios de las eras terciaria y cuaternaria han dado lugar a muchas concentraciones secundarias de oro que se encuentran distribuidas, bien en sedimentos aluviales consolidados (tipo Médulas, o los depósitos rojos de las márgenes del Duerna), bien en depósitos aluviales activos en los fondos y terrazas de los ríos actuales, como el cauce del Sil, en donde destaca, por ejemplo, la labor romana de Montefurado (Orense), o el tramo final del río Cabrera, tributario del Sil, que recoge las partículas de oro del yacimiento de Llamas de Cabrera. En la visión general que tenemos hasta ahora sobre la minería aurífera romana del noroeste hispano existe un predominio aparente de los trabajos realizados en los extensos y llamativos yacimientos secundarios sobre las menos espectaculares y no siempre evidentes explotaciones mineras en yacimientos primarios, a veces superficiales y muy ocultas hoy por la vegetación, o bien, subterráneas y de difícil acceso a consecuencia de los arrastres naturales o los hundimientos del terreno producidos por la explotación.

A pesar de los estudios e investigaciones mineras realizadas en la última centuria sobre estos yacimientos, es difícil todavía estimar el volumen global del material explotado por los romanos. Por ejemplo, para Quiring (1935), los romanos habrían extraído en el noroeste de la península 500 millones de toneladas de mineral, con una ley de oro de 8 g/t, de los que se habrían recuperado 3 g/t, es decir, que habrían obtenido 1.500 Tm de oro. Plinio el Viejo, que visitó Hispania entre el 73 y el 75 d.C., en su *Historia Natural* da una producción anual de 20.000 libras de oro, 6.540 kg/año, ya que una libra equivale a 327 g. Algunos autores han multiplicado esa producción por 200 años de explotación romana, entre el primer tercio del siglo I y la primera mitad del siglo III, y obtienen 1.300 Tm de oro, cifra parecida a la anterior. Los cálculos de Sánchez-Palencia (1983), usando las leyes obtenidas por algunas compañías mineras en sus investigaciones y muestreos, son mucho más modestos, ya que estima en 600 millones de m^3 el material removido en todo el noroeste, produciendo alrededor de 200 Tm de oro. La disparidad de datos obliga a seguir profundizando en el tema.

Es un hecho que la riqueza de los yacimientos primarios resulta en la mayoría de los casos superior a la de los aluviones auríferos y se encuentra, además, localizada en franjas de terreno muy concretas. Confirmando esto, aunque con aspectos matizables respecto al origen de los datos de partida[2], se ha propuesto

[2] Los datos de volúmenes de materiales utilizados por estos autores apenas tienen en cuenta las abundantes minas de oro romanas del norte de Portugal. Por otro lado, los contenidos de oro de los aluviones se basan en los resultados de prospecciones modernas sobre las minas romanas agotadas, al margen de posibles ocultaciones de datos de las empresas investigadoras.

recientemente una valoración aproximada del movimiento de tierras y la cantidad de oro extraída en el noroeste hispano durante el período romano (Pérez-García *et al.* 2000, p. 226):

Aluviones removidos:	308 Mm^3	produciendo 20 Tm de Au
Yacimientos primarios:	290 Mm^3	produciendo 170 Tm de Au

De este modo, a pesar de las mayores dificultades del trabajo de extracción que entrañan las explotaciones subterráneas, resulta evidente, por su contenido aurífero, que los yacimientos primarios fueron también exhaustiva y sistemáticamente prospectados en todo el noroeste hispano, hasta el punto de que no existe ningún depósito de este tipo con oro libre que no haya tenido alguna actividad minera en época romana.

Podemos constatar también sobre el terreno que en casi todos los yacimientos auríferos primarios del noroeste hispano los romanos realizaron trabajos de minería hidráulica superficial, que en ocasiones fueron a su vez acompañados de labores mineras subterráneas, posteriores a estos en la mayoría de los casos. Ello es debido a la existencia de una masa mineralizada con un elevado grado de alteración emplazada en un terreno con una topografía favorable, que posibilita que el conjunto del yacimiento pueda trabajarse íntegramente mediante minería hidráulica y los tradicionales canales de lavado para la recuperación del oro, como se ha producido claramente en las minas romanas de Salientes (Villablino-León), Salave y La Freita (Asturias), o La Toca (El Caurel-Lugo), por ejemplo. Hasta hace poco tiempo, la existencia de redes hidráulicas en este tipo de yacimientos ha llevado a algunos autores a considerar, sin haber profundizado técnicamente en sus conclusiones, que las escasas evidencias de minería subterránea son únicamente labores de investigación (Luzón & Sánchez-Palencia 1970); incluso se ha llegado a afirmar que este tipo de explotaciones mineras se interrumpían cuando se alcanzaba la mineralización primaria inalterada (Maya 1990), o que se trata de labores de rapiña, sin mucha importancia cuantitativa dentro del noroeste hispano (Sánchez-Palencia 2000, p. 168-169).

La presencia de diferentes técnicas utilizadas en el mismo yacimiento primario dificulta una correcta evaluación de la actividad minera romana por lo que, ante este panorama, cobran una especial importancia para una adecuada valoración de los trabajos mineros las infraestructuras asociadas a la explotación, a veces subterránea y difícilmente accesible. Estas son de dos tipos: las redes hidráulicas y las instalaciones de tratamiento del mineral. Este está constituido, casi sin excepción, por masas de cuarzo aurífero de origen filoniano que, en caso de presentarse suficientemente concentradas, una vez agotado el proceso de recuperación hidráulico

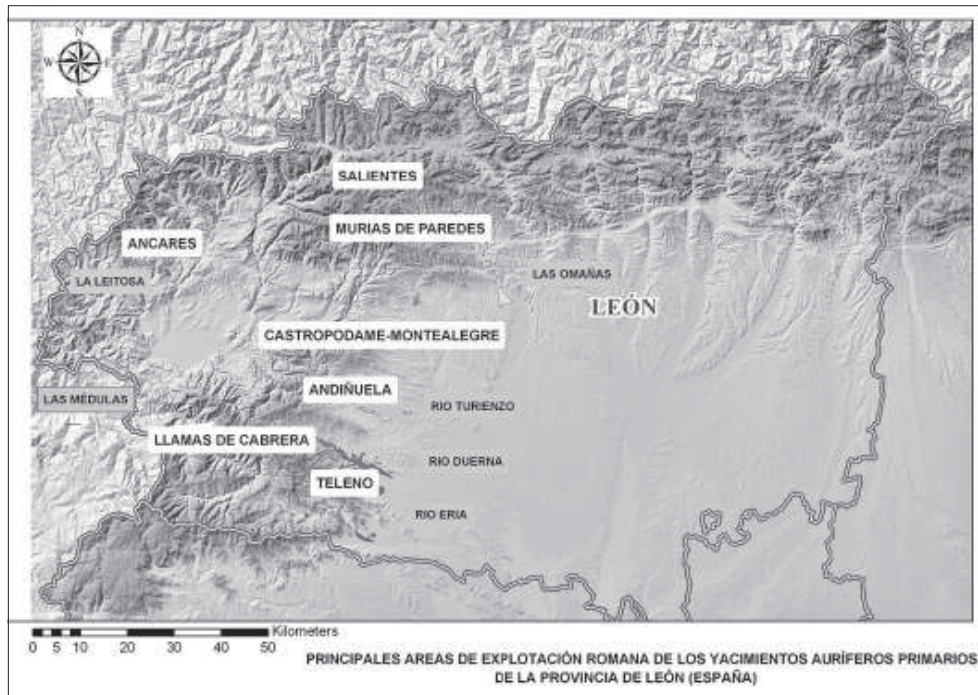



Figura 1. Principales areas de explotación romana de los yacimientos auríferos primarios de la Provincia de León (España).

aplicado sobre las zonas alteradas, necesitan ser sometidas a una delicada molienda para liberar de forma artificial el oro que contienen.

3. ASPECTOS GEOLÓGICO-MINEROS DE LOS YACIMIENTOS AURÍFEROS PRIMARIOS DE LA PROVINCIA DE LEÓN Y PRINCIPALES MINAS ROMANAS

Según los últimos datos geológicos publicados, en la provincia de León se habrían removido 522 millones de m^3 y se habrían producido 60.700 kg, según estima la Junta de Castilla y León (JCL 1988). Siguiendo los criterios aplicados por ese estudio, el 21% de los indicios de oro fichados corresponden a yacimientos de oro primario. Hay otro 7% en los que están asociados los yacimientos primarios con los secundarios. Centrándonos exclusivamente en los yacimientos auríferos primarios, vamos a dar a continuación una visión general geológico-minera de las zonas explotadas por los romanos en la provincia de León.

Área de Ancares

Está situada en los municipios de Candín y Vega de Espinareda (León), en la comarca de los Ancares. Hay labores romanas importantes, tanto sobre las mineralizaciones primarias, como sobre las secundarias, consistentes estas principalmente en derrubios de ladera y aluviones, aunque también existen algunos grandes depósitos de conglomerados rojos del terciario en la parte más al oeste: La Leitosa y Los Cáscaros (Cauuet 1986). Los principales trabajos romanos se encuentran entre Burbia y Candín, algunos de ellos realizados hidráulicamente mediante un sistema de canales de cierta envergadura, favorecido por la notable pendiente del terreno. Este conjunto minero apenas ha sido investigado hasta la fecha. Se sabe por ahora que la captación de agua se realizó de los arroyos cercanos y aprovechando también el deshielo de los neveros de la falda sur del Cuiña. Se han encontrado posibles evidencias de minería subterránea, actualmente en estudio.

Área de Salientes-Murias de Paredes

Se extiende por parte de los municipios de Villablino, Palacios del Sil y Murias de Paredes, de la provincia de León, en el sector meridional del Antiforme del Narcea. Ha sido objeto de un estudio geológico-minero por la Junta de Castilla y León. La mayoría de los indicios, de tipo filoniano, están encajados en la Fm. Mora (los más importantes), Grupo Cándana y Serie de los Cabos, y fueron explotados por los romanos en numerosas labores a cielo abierto (Hocquard 1975, p. 87-89; Domergue 1987, T-I, p. 320-322). Destacan los trabajos romanos de Salientes y Braña Durria ("Braña del oro"[3]), realizados superficialmente mediante técnicas hidráulicas sobre los afloramientos de grupos de filones de cuarzo aurífero. Debido a la elevada cota a la que se sitúan estos trabajos, la mayoría de los canales podían aprovechar únicamente el agua del deshielo. En la segunda mitad del siglo XIX se produjo un intento de explotación minera en el área de Salientes (mina San Jacinto) mediante una galería que cortaba a una cota inferior los filones trabajados por los romanos, pero no tuvo apenas éxito.

Más al este, siguiendo la cordillera, se encuentran otros trabajos mineros también de cierta importancia, escasamente investigados (Morán 1950, p. 53-54; Domergue 1987, p. 338-339, 341; García *et al.* 1995), en los que también hay indicios de la existencia de labores romanas subterráneas. En la zona de Fasgar-Murias de Paredes se encuentran explotaciones sobre afloramientos de grupos de filones de cuarzo aurífero que fueron explotadas hidráulicamente (Los Cousos, Cuartin de los Moros, Pozo La Cava, Las Fornias, Las Canalices, etc.), con más de 50 km de canalizaciones.

[3] Por tradición oral se sabe de aprovechamientos artesanales en esta área, así como en las márgenes del Sil.

Área de Andiñuela

Se extiende, de oeste a este, a lo largo de los municipios de Molinaseca, Ponferrada, Santa Colomba de Somoza y Brazuelo (León). Hay numerosas labores romanas a cielo abierto, que están localizadas en las charnelas de los pliegues anticlinales. Una de las más grandes, conocida como La Cabuercona (Domergue 1987, p. 328-329), tiene una compleja red hidráulica de canales y depósitos, hoy prácticamente destruida por la repoblación forestal de coníferas. El conjunto de explotaciones se extiende por más de una decena de kilómetros, aunque en las proximidades de la localidad de Andiñuela hay una mayor concentración de las mismas. Sorprenden estos trabajos por su profundidad, dimensiones y extensión, que apenas pueden percibirse desde el exterior. En algunos casos se han llegado a formar importantes lagunas en los fondos de las cortas al obstruirse con el paso del tiempo el canal de salida de aguas. La Junta de Castilla y León hizo un estudio geológico-minero de esta área, en donde se afirma que muchas de las calicatas realizadas en el fondo de los trabajos romanos no llegaron a cortar terreno firme.

La presencia de bases de molinos de impacto y circulares en algunas áreas nos indica claramente el procesado manual de parte de la mineralización aurífera, aunque no resulta tampoco evidente la utilización generalizada de la fuerza hidráulica en la mayoría de las cortas, por lo que el conjunto de trabajos romanos se está investigando actualmente.

Área de Val de San Lorenzo

Es posiblemente la prolongación hacia el este del área de Prada-Andiñuela, en los municipios de Santa Colomba de Somoza y Val de San Lorenzo (León), llegando a las proximidades de Astorga. Al igual que en aquella, la mineralización, primaria, de tipo filoniano, encaja en la Serie de los Cabos, y está ligada especialmente a areniscas silicificadas (ITGE 1993).

Destacan los trabajos mineros de "Las Cuevas" (Val de San Lorenzo), explotación romana sobre yacimiento primario que trabaja a cielo abierto un grupo de filones

Figura 2.
Base de molino múltiple de la mina romana "Las Cuevas" (Val de San Lorenzo-León).

de cuarzo encajados en pizarras alteradas y areniscas hasta una profundidad de 15-20 m en una extensión de más de 10 ha. La extracción de mineral ha producido varios vaciados, algunos de los cuales pueden llegar a inundarse en época invernal, lo que ha dado lugar a una confusión con supuestos estanques de una explotación hidráulica inexistente (Hocquard 1975, p. 92-94; Domergue 1987, T-I, p. 340). Como hecho singular más destacable, se han hallado abundantes restos de las bases de los molinos de impacto simples y también algunos múltiples (molinos de pilones) empleados para la necesaria molienda del cuarzo aurífero.

Área del Teleno

Está situado en el entorno de esta montaña de 2188 m de altitud, en los municipios de Truchas y Luyego (León). Se trata de mineralizaciones primarias y secundarias de oro, explotadas por los romanos con diferentes tipos de labores. Las mineralizaciones primarias, de tipo filoniano o *stockwork*, encajan en la Serie de los Cabos, la Cuarcita Armoricana o Serie de Transición y la Fm. Luarca. Las mineralizaciones secundarias se presentan en coluviones o depósitos glaciares.

Las labores romanas en las mineralizaciones primarias se encuentran dispersas por toda la zona, aunque no son especialmente abundantes frente a los numerosos trabajos mineros romanos sobre yacimientos secundarios, lo que ha llevado a ser clasificado el sector del Teleno como la mayor concentración mundial de minería romana (Domergue 1975). Destaca entre todas las mineralizaciones primarias trabajadas por los romanos la mina de Pozos, en donde se realizaron labores hidráulicas de cierta envergadura y que tiene también explotación selectiva sobre filones, atestiguada por la abundancia de bases de molinos, entre las que se han detectado algunas bases múltiples. En esta mina existe un pozo vertical que actualmente tiene apenas 20 m de profundidad, posiblemente como acceso a un sistema de trabajos subterráneos todavía por descubrir. Otras labores sobre yacimientos primarios se localizan en el ***Veneiro*** y ***Solana Víbora*** (Matías 2006, p. 244), la ***Cueva de los Moros*** de Tabuyo del Monte y la ***Cueva de la Llama***, de Manzaneda de Cabrera, estas dos últimas con labores subterráneas, aunque también apenas investigadas.

Área de Montealegre-Castropodame

Casi paralela al área de Prada-Andiñuela, pero mucho más pequeña, se encuentra una lineación de minas de oro asociadas a las cuarcitas de la Serie de Los Cabos. Son tres los principales indicios mineros, entre los que destaca el de Castropodame (Domergue 1987, T-I, p. 313-314; Meléndez 1993), donde se encuentran reunidas una importante explotación hidráulica sobre terrenos aluviales y otra superficial y subterránea sobre filones de cuarzo aurífero, claramente atestiguada con la presencia

de bases de molinos. Le sigue en importancia la de Montealegre (Sánchez-Palencia 2000, p. 168), con restos de varias galerías, una de las cuales sobrepasa todavía los 150 metros de longitud practicables, intercaladas entre varias explotaciones superficiales de filones de cuarzo, apenas investigadas. El tercer indicio de explotación romana se encuentra en las proximidades de la localidad de San Facundo y se trata de unas pequeñas labores subterráneas sobre filones de cuarzo (Sánchez-Palencia 2000, p. 168; Sánchez-Palencia *et al.* 2006, p. 276-277).

Área de Llamas de Cabrera

El cauce final del río Cabrera se encuentra jalonado de diversos depósitos fluviales relacionados con antiguos lechos de este río que fueron sistemáticamente trabajados por los romanos. El origen del oro de esta cuenca está en su mayoría relacionado con el importante yacimiento primario de Llamas de Cabrera, un extraordinario conjunto de filones de cuarzo aurífero que ocupa una superficie aproximada de varios kilómetros cuadrados, en donde se desarrolló una importante explotación subterránea tras un aprovechamiento hidráulico superficial. Este yacimiento y su extensa explotación romana asociada se descubrió en el 2002 y se ha seguido investigando hasta la fecha (Matías & Gómez 2003; Gómez *et al.* 2005; Matías 2008; Matías 2010).

4. TÉCNICAS MINERAS SOBRE YACIMIENTOS AURÍFEROS PRIMARIOS APLICADAS EN ÉPOCA ROMANA: LABORES DE EXTRACCIÓN Y RECUPERACIÓN

Las diferentes técnicas aplicadas a la explotación de los yacimientos auríferos primarios en la provincia de León pueden clasificarse en función del sistema utilizado para la extracción del mineral aurífero:

– minería hidráulica;
– cortas a cielo abierto;
– minería subterránea.

La minería hidráulica se ha empleado en aquellos yacimientos que presentan una importante alteración superficial de la roca encajante, disgregándola y liberando el oro, por lo cual este es susceptible de ser recuperado gravimétricamente, en un proceso en todo semejante al de los yacimientos secundarios[4], caracterizado por la

[4] No consideramos adecuada ni generalizable la propuesta de algunos autores (Villa 2010, p. 92-93) sobre la utilización sistemática del fuego como agente de disgregación de la roca para luego arrojar el agua sobre ella y seleccionar manualmente los fragmentos de mineral.

presencia de canales de lavado, no siempre evidentes, y, sobre todo, la acumulación ocasional de cantos (murias) como estériles en algunos puntos de la explotación. Las explotaciones de las zonas altas de la Sierra del Teleno y la mina de Salientes serían un buen ejemplo.

Las cortas a cielo abierto en las que no interviene la fuerza hidráulica son indicativas de una extracción selectiva de filones o grupos de filones en los que el grado de disgregación natural de la roca no permite el uso del agua como agente de trabajo. Es en este momento cuando cobran especial importancia los sistemas de molienda para liberar las partículas de oro de su encajante, generalmente el cuarzo. Como ejemplo notable de este tipo tenemos la explotación de "Las Cuevas", de Val de San Lorenzo.

La minería subterránea, aunque poco extendida y escasamente conocida hasta la fecha, lejos de ser un hecho excepcional, es el resultado final de una explotación sistemática de los afloramientos de los filones de cuarzo aurífero, empleándose únicamente en aquellos casos en los que los filones se encuentran muy definidos y tienen la suficiente extensión tanto lateral como en profundidad. Aquí intervienen factores muy complejos, pero destaca sobre todo la imposibilidad de realizar el trabajo desde la superficie por la inestabilidad o dureza de los materiales rocosos en los que se emplazan los filones auríferos. Cobra aquí especial importancia la utilización del fuego para la extracción del cuarzo, ya que las herramientas metálicas resultan la mayoría de las veces ineficaces frente a este material. El yacimiento aurífero de Llamas de Cabrera sería el caso más representativo de este sistema, en el que además se encuentran representados los otros dos sistemas en toda su extensión.

La recuperación del oro del cuarzo aurífero, al margen de las propias labores mineras de extracción del mineral, cobra especial importancia por su utilización sistemática en determinados casos, hasta el punto de que se puede precisar un modelo de explotación en el que la utilización de la molienda del cuarzo define el método seguido en la extracción. Las evidencias halladas en el campo corroboran esta afirmación sin lugar a dudas. Por ejemplo, las bases de molinos de Llamas de Cabrera pudieron ser localizadas tras años de búsqueda infructuosa aplicando los parámetros de las explotaciones del área portuguesa (Matías 2010; Allima *et al.* 2010). Igualmente se produce el caso inverso: cuando existe una explotación clara sobre filones de cuarzo aurífero, se han de buscar los restos de las instalaciones de molienda si estos no resultan evidentes.

4.1. Molienda del cuarzo aurifero: referencias documentales y estado de la cuestión

Tecnológicamente, la molienda de los minerales en distintos tamaños para usos diversos (pinturas, medicina, adornos, etc.) es algo que se pierde en el tiempo, así como la utilización sistemática de las rocas más duras para realizar esta labor, proporcionadas por lo general con cierta abundancia por los cauces fluviales activos o ciertos depósitos sedimentarios de idéntico origen fluvial, verdaderos

Figura 3. Bases de molinos simples. Arriba: Andiñuela. Centro: Pozos. Abajo: Llamas de Cabrera.

Figura 4. Bases de molinos múltiples. Arriba: Villamontán de la Valduerna (Museo de León). Centro: Pozos. Abajo: Andiñuela.

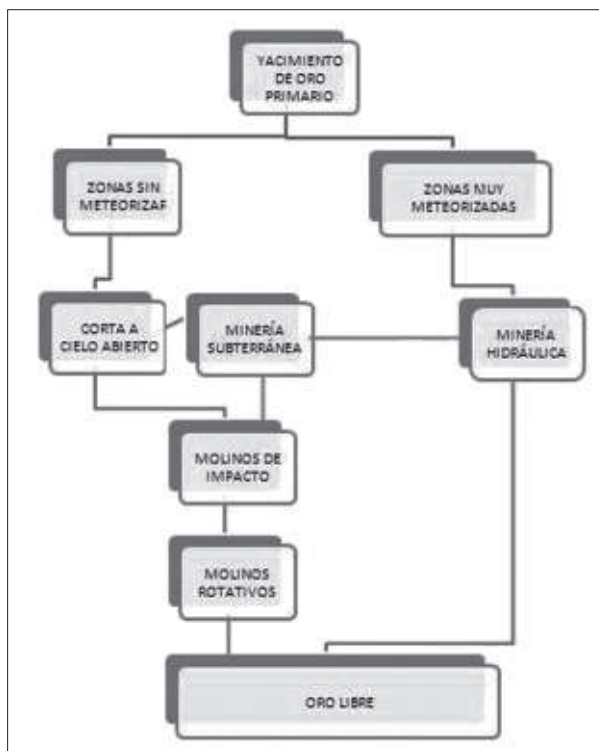



Figura 5.
Procesado del cuarzo aurífero.

clasificadores de los materiales en la naturaleza[5]. Las mejoras (optimización y mecanización) de este proceso no parecen producirse hasta el verdadero desarrollo de la minería metálica y la metalurgia, cuando los volúmenes de minerales a procesar empiezan a ser significativos, puesto que se elabora el metal en puntos muy concretos, ya no para un uso local, sino para su depósito como valor o comercialización (armas, adornos, etc.) en otros lugares, a veces a grandes distancias, lo que se traduce en un significativo incremento de la demanda de materias primas metálicas y la natural evolución y mejora de los procesos tecnológicos, con vistas a aumentar rendimientos.

Respecto al oro, aunque las primeras fuentes parecen haber sido los depósitos aluviales, por lo que está generalmente admitido que fue uno de los primeros metales conocidos por el hombre, la explotación de los yacimientos auríferos en roca (primarios) puede resultar mucho más tardía, no sólo por las especiales condiciones geológicas, equivalentes por otro lado a las de la minería del cobre

[5] En función de la distancia de transporte, sólo resisten el desgaste de la dinámica fluvial los materiales más duros y compactos. Esta es una de las causas por las cuales los materiales de los lechos de los ríos son generalmente silíceos.

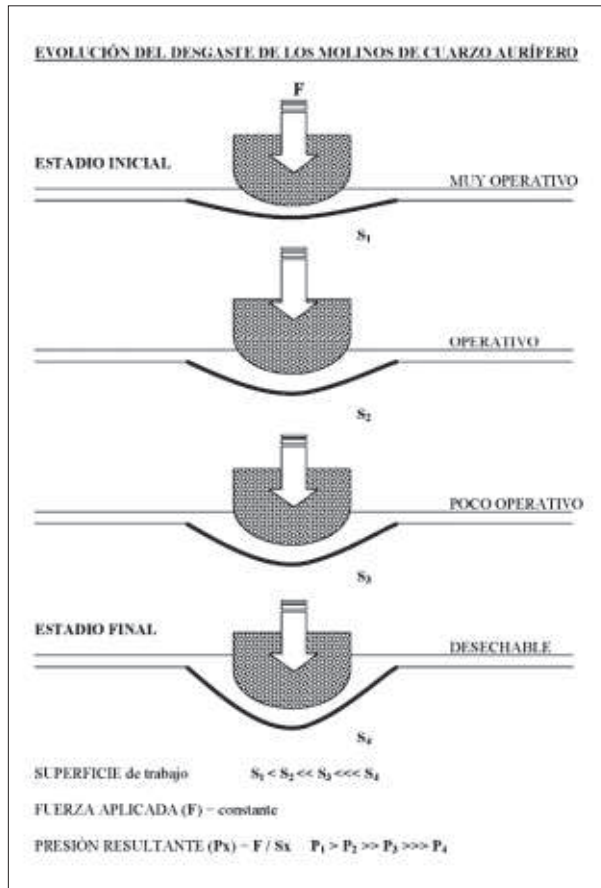



Figura 6.
Desgaste de los molinos de cuarzo aurífero.

o la plata, por ejemplo, sino por las complicaciones tecnológicas de la recuperación del oro de las menas auríferas, en donde el oro se encuentra la mayoría de las veces disperso y en partículas de pequeño tamaño que hacen muy difícil una recuperación efectiva.

La introducción en el proceso metalúrgico de las técnicas de trituración, lavado y concentración sistemáticas del cuarzo aurífero denota ya un profundo conocimiento de la distribución del oro en los yacimientos primarios, la mayoría de las veces prácticamente invisible a simple vista por su tamaño o dispersión, lo que también obliga a un seguimiento continuo del proceso de extracción para verificar la presencia efectiva del oro en el cuarzo, permitiendo desechar aquellas zonas de menor riqueza dentro del yacimiento, lo que lógicamente redundaría en una notable economía de esfuerzos, más tratándose de un material extremadamente resistente. A partir del año 600 a.C., en el mundo griego encontramos también referencias escritas a la minería sobre yacimientos primarios:

"*Al cabo de dos años, Darío se dirigió inicialmente contra los tasios, pues sus vecinos los habían calumniado diciendo que tramaban su defección. Por medio de un mensajero les exigió que derribaran sus murallas y que trasladaran su naves a Abdera. Pues, naturalmente, los tasios, que se habían visto asediados por Histieo de Mileto, y disfrutaban de rentas enormes, habían empleado su dinero en construirse naves de guerra y en asegurarse por medio de una muralla más sólida. Los ingresos les llegaban del continente y de las minas. Como mínimo las de oro de Escaptila les rendían un total de ochenta talentos*[6]*, y de las minas de la isla de Thasos extraían algo menos; con todo, una cantidad tal que normalmente los tasios (que estaban exentos de pagar impuestos por sus productos agricolas, del continente y de las minas), ingresaban anualmente doscientos talentos, que llegaban a los trescientos cuando el rendimiento era óptimo*[7]*. Estas minas las he visto yo mismo. Las más admirables eran, con mucho, aquellas descubiertas por los fenicios que colonizaron con Tasos la isla, la cual derivó su nombre de aquel Tasos llegado de Fenicia; estas minas fenicias se encuentran, en Tasos, entre las localidades llamadas Enira y Cenira, frente a la costa de Samotracia. Eran una gran montaña que han allanado por sus búsquedas contínuas.*" Heródoto (Historia, 6, 46-47. Siglo V a.C).

"*...Aquellos que trabajan en estas minas no pueden permanecer de pie, por lo que están obligados a trabajar sobre cualquiera de los costados o de espaldas: por los filones que extraen circulan a lo largo de ellos con sólo dos pies de altura, pero considerablemente más en anchura, estando encerrados por cada lado por roca dura. De estos filones obtienen el mineral...*". Theophastro (De Lapidibus, c. CXIX. Siglo IV a.C.)

Unas de las primeras minas de oro en roca documentadas fueron las del Egipto Faraónico, cultura en la que el metal amarillo era asociado a la divinidad solar *Ra*. Sobre el funcionamiento de estas minas, ya desde la XII Dinastía (2466-1733 a.C.) nos ha llegado un documento de Diodoro Siculo[8], en el que se hace referencia directa a los diferentes procesos de molienda y su relación con el personal encargado de la misma en función de su fortaleza física, ya que es una operación que requiere dedicar una importante cantidad de energía mecánica:

---

[6] Aprox. 2 Tm, que apenas ocuparían un volumen de 105 litros.

[7] Entre 5 y 7,5 Tm de oro, cantidad anual que se puede considerar muy importante para la época y aún hoy, de mantenerse en el tiempo.

[8] En el texto de Diodoro (50 a.C.) se hace referencia al trabajo en las minas en unas atroces condiciones de esclavitud, aspecto que ha sido trasladado sistemáticamente por la mayoría de investigadores al resto de la minería de las épocas griega y romana, cuestión con la que hoy por hoy es difícil estar de acuerdo. Es necesario separar la condición de la esclavitud del trabajador del propio laboreo en las minas, cuyas condiciones de dureza física inherentes al medio en el que se realizan los trabajos poco habían variado desde sus orígenes en la Prehistoria y que, no obstante, perdurarán todavía durante mucho tiempo hasta la progresiva introducción de los explosivos y la maquinaria de accionamiento mecánico en las minas, lo que sólo tendrá lugar a partir del siglo XIX. Aún hoy día la sociedad actual vive ajena en la mayoría de los países desarrollados a la realidad del trabajo subterráneo, horrorizándole por lo general al individuo común el simple hecho de encontrarse en cualquier lugar oscuro y estrecho bajo tierra.

Diodoro Siculo, Historia 3, 12-13: *"...Los jóvenes que no han alcanzado la pubertad se arrastran a través de los túneles hacia las galerías abiertas en la roca y con gran esfuerzo recogen el mineral para llevarlo de regreso al exterior de la mina al aire libre. Entonces, aquellos hombres de más de 30 años, dividen en porciones la roca extraída por estos jóvenes, colocándola en morteros de piedra golpeándola con mazos de hierro hasta que es reducida a un tamaño menor que las semillas. Las mujeres y los ancianos reciben el polvo de roca de estos hombres, y lo colocan en una serie de molinos. Comenzando con sus manos juntas en grupos de dos o tres, lo muelen hasta que su porción ha sido reducida a la textura de una fina harina..."*

Ya en el mundo romano, la delicada molienda del cuarzo aurífero en las minas de oro es un aspecto contemplado documentalmente en el siglo I en el texto de Plinio *Naturalis Historia*, donde este autor hace una cuidada referencia a la obtención del ***apiláscude***, especie de harina mineral producto de la reducción a polvo fino del material (mena) extraída de las explotaciones subterráneas (Pérez & Matías 2008):

PLIN.Nat.33.69: "*Lo que se ha extraído se tritura, se lava, se tuesta y se muele. A la harina resultante le llaman* ***apiláscude***[9]*; a la plata que se obtiene por la acción del horno (sc. le llaman) sudor. La impureza que el horno produce en cualquier mena se llama escoria, que en el caso del oro se machaca y se funde de nuevo. Los crisoles se hacen de tasconio, que es una tierra blanca semejante a la arcilla, pues ninguna otra tierra resiste el fuego avivado por una corriente de aire ni la materia ardiente*".

Muchos siglos más tarde, Agrícola hace también referencia en su obra *De Re Metallica* (1553) a los distintos sistemas de molienda utilizados, no sólo para el proceso de recuperación del oro primario, sino también para muchos otros minerales, lo cual nos indica una clara pervivencia del procedimiento, así como la total conveniencia de su aplicación si se quieren obtener rendimientos adecuados en los procesos metalúrgicos. Encontramos en esta magnífica obra una descripción tanto gráfica como textual:

Re Metallica, VIII: "*...Los terrones de mineral, ricos en oro y plata, son colocados por los estriadores sobre la piedra y se rompen con un martillo ancho, pero no grueso, o bien los rompen en trozos y los echan a un recipiente, o los rompen y los estrían –de aquí se les ha dado el nombre– en los más o menos valiosos, colocándolos y recogiéndolos separadamente en recipientes distintos. Otros hombres trituran los terrenos de mineral menos ricos en oro y*

[9] Es una palabra "fantasma" creada a partir de la expresión *a pilis cudere* "macear con un pilón". Otros prefieren *apitáscude*. El *lexicon* de Forcellini se inclina a favor de *apilascus,-udis*, que define así: *dicitur aurum quod, postquam effossum est, pilis cuditur et fingitur in lateres*. Whal (1988) parte de la base de la existencia de un dispositivo mecánico que Plinio describe de forma inexacta puesto que se trata de un adelanto técnico y establece una equivalencia entre *pila* y *cudis.*

plata, igualmente colocados sobre la piedra, con un martillo ancho y grueso, y cuando está bien triturado, lo recogen y lo echan a un recipiente.

...El mineral es triturado con pisones de cabeza de hierro, al objeto de que el metal pueda ser separado de la piedra y concentrado.

...Estos pisones no están muy distantes unos de otros y se ajustan estrechamente en las traviesas. Cada pisón tiene un botador o impulsor en la parte de detrás, el cual precisa ser embadurnado con grasa de forma que pueda ser elevado más fácilmente. Para cada pisón hay sobre un eje de levas dos levas, redondeadas en el extremo exterior, las cuales alternativamente levantan el pisón, al objeto de que, al caer sobre el mortero, pueda con su cabeza de hierro golpear y machacar la roca que se va colocando debajo del mismo. Al eje de levas está fijada una rueda hidráulica cuyas cubetas o cangilones giran con la fuerza del agua."

Con distintas variaciones tanto en materiales como en modos de accionamiento, el sistema de molinos de impacto ha llegado hasta nuestros días, donde se mantiene todavía hoy su uso esporádico sólo en la pequeña minería o "minería artesanal", ya que ha sido desplazado de la gran industria minera por otros sistemas más efectivos en cuanto a rendimiento como las machacadoras de mandíbulas, los molinos de conos, martillos rotativos o los molinos de bolas.

Volviendo a la minería romana, en España encontramos las primeras referencias a molinos hallados en minas romanas en los trabajos de Schulz y Paillette (1850) cuando analizan la minería antigua de Asturias[10]:

"La antigua esplotacion de Salabe sobre la costa del mar Cantábrico, á legua y media al Este de Ribadeo, fué abierta, según todas las probabilidades, sobre un criadero de estaño situado en un centro de rocas plutónicas (granito, pórfido, syenito, anfibolita), que se encuentra por decirlo así, aislado en medio de esta vasta estension de esquistos arcillosos pizarreños y de grauwackas, del sistema que los señores Sedgwick y Murchinson llamaron, hace muchos años, *cambriano*. Se atacó el criadero con escavaciones a cielo abierto, llegando a una profundidad cuando menos de 20 metros, el espacio esplotado, de forma muy irregular, denota un arranque de más de cuatro millones de metros cúbicos, sin que dejasen en algunos parajes un átomo de ganga ó filón por esplotar.

Tres galerías de desagüe, practicadas a diferentes niveles, han servido sucesivamente para dar salida á las aguas, que podían incomodar en el campo de esplotacion. La más profunda está al nivel de las mareas de nuestro Océano actual, que la baña, y cuyas olas tan impetuosas en la estación del invierno, han obstruido la entrada principal con guijarros y cantos rodados.

Un canal, acueducto ó acequia, conducia las aguas que podian necesitarse en esta vasta esplotacion, despues de correr por millares de revueltas en un trascurso de tres leguas.

---

[10] Curiosamente, aunque al poco de aparecer estos artículos sobre los supuestos yacimientos de estaño de Salave fueron adecuadamente contestados y rebatidos, todavía hoy podemos encontrar algunas referencias en textos de historiadores sobre las "*minas de estaño de Asturias*", claramente equivocadas.

El mineral se quebrantaba á mano y pasaba despues á un molino á brazo (*rota trusatilis*) sobre bloques de cuarzo, como lo prueban los que se han encontrado y que demuestran el largo uso de este servicio."[11]

En la segunda mitad del siglo XX, Almeida (1970) establece ya una clara funcionalidad de las bases de molinos múltiples para la reducción a polvo del mineral aurífero extraído por los romanos en los yacimientos primarios de Três Minas (Vila Real-Portugal), en donde son especialmente abundantes y de gran tamaño (98 x 44 x 42 cm). Estas bases fueron talladas con esmero en granito de la zona, indicando este autor que el uso de todas las caras del paralelepípedo obedece al desgaste sufrido por el martillado continuo. Años más tarde, en trabajos específicos sobre la minería de oro romana de Três Minas y su entorno, Whal (1988, 1998) apunta también en sus investigaciones hacia un claro paralelismo entre los molinos de pisones descritos en *De Re Metallica* y la utilización de las bases de molinos múltiples de Três Minas, a los que considera como inéditos en el mundo romano y, por lo tanto, una invención hispánica.

Domergue menciona ya para la provincia de León la existencia de restos de molinos en la localidad de Pozos (Truchas-León) y la zona de explotación minera de Las Rubias en el Teleno (León). Se trata de bases individuales, para el caso de Las Rubias[12], y de "*piedras de cazoletas*" encastradas en algunas viviendas del casco urbano, para el caso de Pozos (Domergue, 1986). En un trabajo posterior (Domergue 1987), hace referencia a sendas bases de molinos circulares en el área de Salientes (T-I, 322 y Val de San Lorenzo (T-I, p. 340), claramente relacionadas en su localización con las minas auríferas.

En investigaciones recientes en Portugal, Martíns (2005, T-I, p. 99) llama la atención sobre la existencia también de bases de molinos múltiples en Jales y Valongo. Natalia Félix (2008) documenta la existencia de bases de molinos individuales (*apiloadores*) relacionados *in situ* con los trabajos mineros romanos de los yacimientos auríferos primarios de la Sierra de Pías-Santa Justa.

4.2. Molinos de cuarzo aurífero en la Provincia de León

Centrándonos en el ámbito geográfico de la provincia de León, como se ha dicho anteriormente, se habían citado hasta la fecha los siguientes puntos de explotación romana donde han sido localizados diferentes bases de molinos individuales de cuarzo aurífero:

[11] Recientemente, en excavaciones arqueológicas realizadas en este paraje, se ha hallado una base de molinos múltiples (Villla 2010, p. 98).

[12] Según información oral del propio Domergue, la ubicación exacta sería en el sector de Chamborros, contiguo a Las Rubias por el oeste.

– Pozos (Domergue 1986; Sánchez-Palencia 1980);
– Castropodame (Meléndez 1993);
– Andiñuela (Sánchez-Palencia 1985).

Recientemente, en diversas minas romanas de la provincia de León se han podido documentar nuevos hallazgos inéditos que refrendan la sistematicidad del uso de estos molinos en los yacimientos de oro primarios:

– molinos simples y múltiples en la mina romana de "Las Cuevas" (Val de San Lorenzo);
– varios molinos múltiples en la localidad de Pozos (Truchas) (Matías 2006);
– varios molinos simples en el complejo minero de Llamas de Cabrera (Benuza) (Matías 2010);
– bases de molinos múltiples en Andiñuela (Rabanal del Camino).

De lo observado en el campo se desprende que todas las tipologías documentadas en los diferentes yacimientos son comunes, en especial para las bases de molinos individuales, estando constituidos estos por bloques de piedra compacta, de origen local o escaso transporte, aprovechados por todas las caras posibles. El peso de estas piezas oscila entre los 15-35 kg para las bases de molinos individuales y en más de 100 kg para las bases de molinos múltiples. Asimismo, encontramos otro rasgo común que es su emplazamiento en las explotaciones, el cual está en clara relación con los lugares más favorables al transporte del mineral por gravedad, así como el establecimiento de puntos de trabajo estables, próximos a la explotación minera, pero sin interferir en la progresión de esta:

(1) entorno exterior de la entrada de las galerías principales, para las minas subterráneas;
(2) parte final de los zanjones y corredores de acceso y drenaje en las cortas a cielo abierto sobre filones.

Siguiendo este orden de cosas, en el Museo de León se expone actualmente en la sección del período romano un gran paralelepípedo de roca cuarcítica de más de 1 m de longitud con las oquedades características producidas al haber sido usado como base de molino múltiple. Su origen está descontextualizado de la minería romana y sólo se sabe por el momento que procede del derribo de una casa de la localidad de Villamontán de la Valduerna (León), por lo que cabría la posibilidad de que fuese trasladado hasta allí desde la cercana zona minera del Teleno, procedente de un punto todavía por precisar.

4.3. El processo de molienda del cuarzo aurífero en época romana

Los significativos volúmenes de materiales[13] que es preciso tratar en la explotación ordenada y efectiva de un yacimiento aurífero primario hacen necesario establecer unos procesos sistemáticos que garanticen el aprovechamiento adecuado de la mena, donde las pérdidas pueden ser muy importantes debido a la pequeña proporción del metal frente a la ganga que lo contiene. Para el caso de la molienda fina del mineral, los romanos apostaron claramente por la utilización de molinos de impacto, en línea con las técnicas utilizadas ya anteriormente por sus predecesores en otras zonas de la Península Ibérica, Grecia o Egipto.

El mineral de cuarzo que contiene los materiales auríferos debe de ser reducido a un polvo fino para que libere todas las partículas ajenas que luego pueden ser separadas y concentradas por sus diferentes densidades. Ahora bien, el cuarzo es un material duro y abrasivo, aunque frágil, que requiere tratamientos específicos, dada su naturaleza. Por ello, debido a su fragilidad, el golpeo mecánico sobre materiales de dureza equivalente (para evitar y reducir en lo posible el desgaste prematuro) fue la mejor solución que se podía adoptar al estado de la tecnología y disponibilidad de materiales en época romana[14].

Los materiales elegidos para la construcción de los molinos son en su mayoría de origen local, siempre respetando la adecuación a las exigencias mecánicas de su funcionalidad[15]. Los tipos principales de materiales encontrados son los siguientes:

– Grandes cantos rodados de cuarcita (Pozos, Val de San Lorenzo, Castropodame);
– Bloques de cuarcita-arenisca extraída *in situ* (Llamas de Cabrera);
– Bloques de arenisca local (Andiñuela).

La cuarcita de los cantos rodados es un material idóneo porque presenta ya una adecuada selección natural por dureza debido a las abrasivas condiciones del transporte fluvial, por lo que es preferible esta a la cuarcita extraída directamente de los macizos rocosos, sujeta siempre a la presencia de imperfecciones

[13] Evidentemente, son menores que para la minería hidráulica, pero al contrario que en esta, todo el material es arrancado, transportado y procesado manualmente a costa de un esfuerzo físico directo de la mano de obra.

[14] La evolución siguiente de estos sistemas fue la utilización de materiales metálicos muy resistentes como la fundición de hierro, lo que no tendría lugar hasta el siglo XVII.

[15] Por ejemplo, los molinos múltiples de Três Minas (Portugal) están realizados en granito, cuyo origen se encuentra a varios kilómetros de distancia, a pesar de la existencia en el entorno próximo de algunas cuarcitas y areniscas (Martíns 2005, hace referencia al hallazgo ocasional de una única base múltiple realizada en cuarcita). Esto pudo haberse debido a la mayor facilidad de tallado y homogeneidad mecánica del granito frente a estas otras rocas, adaptándose mejor a los dispositivos mecánicos de martillado con un adecuado rendimiento.

(fisuración) e irregularidades en su composición, que disminuyen sus cualidades mecánicas.

Otros materiales también utilizados, aunque más raramente, en la confección de las bases de molinos para el tratamiento del cuarzo aurífero son:

– Bloques tallados de granito en forma de paralelepípedo (Três Minas, Jales);
– Bloques de cuarzo filoniano muy homogéneos (Pozos, Val de San Lorenzo).

A pesar de la extraordinaria resistencia de los materiales con los que están elaborados los molinos de impacto[16], la abrasividad el cuarzo de los filones auríferos termina produciendo en estos un fuerte desgaste sobre las superficies de trabajo que obliga con el tiempo a su sustitución. En los casos de molinos múltiples elaborados sobre bloques de forma regular, como los de granito de Três Minas, se aprecia claramente que han sido aprovechadas todas las caras del paralelepípedo hasta un nivel de desgaste determinado, momento a partir del cual se procede a reemplazar la pieza por una nueva. En las bases de molinos individuales se aprecia sistemáticamente la misma operación, utilizándose todas las superficies disponibles que permitan un buen apoyo, hasta el agotamiento de la pieza por desgaste o fatiga del material.

La explicación técnica de este hecho la podemos encontrar fácilmente cuando analizamos la fuerza aplicada sobre el mortero y sus efectos sobre el mineral a moler en función de la forma de la cavidad. Para los molinos de pilones accionados mecánicamente (bases múltiples), la fuerza aplicada es directamente proporcional al peso del dispositivo de impacto y su altura de elevación. Para los molinos individuales, accionados manualmente, esta fuerza es función del impulso al que se somete el brazo de impacto. En ambos casos, la fuerza **F,** aunque de diferente magnitud, puede considerarse constante.

En un principio, con un escaso desgaste o nulo, la superficie de contacto entre el pilón y la base **S1** es pequeña, por lo que la fuerza de impacto resultante (presión **P**) será máxima, quebrando fácilmente el mineral aurífero al superar su resistencia a la compresión simple. A medida que se va desgastando la base y ampliándose la cavidad, aumenta la superficie de contacto, por lo que la fuerza del impacto se reparte sobre una superficie mayor, disipándose más fácilmente y aumentado el tiempo que se necesita (nº de golpes) para reducir el mineral a polvo. Llega un momento en que la superficie es ya tan grande (**S4**) que el pilón apenas puede

[16] Aún hoy, con todos los adelantos en herramientas de corte y abrasivos (widia, diamante), la cuarcita y el cuarzo filoniano compacto suponen un desafío a la tecnología actual de perforación en minería y sondeos. La presencia de estos materiales incrementa notablemente los costes de trabajo por los elevados esfuerzos mecánicos y desgastes a los que son sometidos los dispositivos de perforación.

ejercer una fuerza suficiente sobre el mineral como para triturarlo adecuadamente con un rendimiento efectivo, ya que serían necesarios muchos más golpes para conseguir el mismo resultado, por lo que es necesario cambiar la base desgastada por una nueva, rotando la pieza o sustituyéndola, iniciándose de nuevo el proceso que daría lugar a la formación de otra cavidad por desgaste.

En las bases de molinos múltiples se observan en algunos casos que las cavidades de desgaste no son uniformes, presentando ensanchamientos y diferentes huellas o niveles de actividad, lo que parece deberse a una excentricidad de los pilones, producida artificialmente al desplazar la base, o por el propio desgaste de la maquinaria, en donde los pilones de golpeo están sometidos también a importantes esfuerzos. En el primer caso, esto podría utilizarse para prolongar algo la vida del molino al ofrecer nuevas superficies de trabajo más reducidas que mantengan la fuerza de impacto necesaria para triturar el cuarzo al tamaño requerido.

El desgaste de los molinos y la eventual rotura de los mismos es una de las causas por las que siempre parecen encontrarse un gran número de ellos, lo que por este motivo no puede ser atribuible en ningún caso a la presencia de un mayor número de elementos (máquinas u operarios) de molienda.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo, centrado por cuestiones simplemente geográficas en la provincia de León, se ha querido analizar, tanto la relevancia de las explotaciones auríferas romanas sobre yacimientos primarios, como las particulares técnicas utilizadas en el procesado del cuarzo aurífero. Los datos manejados se basan todos en sólidas evidencias constatables actualmente en el campo, lo que ha permitido establecer una clara sistematicidad de los métodos de trabajo romanos analizados, extrapolable bidireccionalmente a otras zonas mineras de la Península Ibérica, aunque especialmente en el noroeste hispano.

La estrecha relación encontrada en las explotaciones auríferas romanas entre los yacimientos primarios y los sistemas de molienda del mineral muestra un claro conocimiento de las menas procesadas, perfilando un modelo de trabajo que se adapta a ellas en todas circunstancias, lo que justifica su amplia distribución geográfica. El análisis e interpretación técnica de estos sistemas de molienda ha aclarado algunas cuestiones relativas a su construcción y funcionamiento.

Se aportan también datos inéditos hasta la fecha sobre la existencia de bases de molinos y nuevas tipologías de los mismos en algunas labores mineras romanas de la provincia de León que han sido encontrados siguiendo el modelo de explotación propuesto, por lo que se espera que la continuidad de las investigaciones aporte

nuevos descubrimientos en un futuro, tanto para las minas romanas subterráneas como para sus instalaciones de molienda.

REFERENCIAS

CAUUET, B. (1986). Les mines d'or antiques en alluvions du Nord-Ouest du Bierzo (León, Espagne). In *Actas del I Congreso Internacional Astorga Romana*. Astorga. T-II. p. 137-156.

DOMERGUE, C. (1986). Dix huit ans de recherche (1968-1986) dans les mines d'or romaines du nord-ouest de la Péninsule Ibérique. In *Actas del I Congreso Internacional Astorga Romana*. T-II. p. 7-101. 159 p.

DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid : Casa de Velázquez. Série Archéologie. 8. 2 Vol (Vol. I 244 p.; Vol. II 117 p.) + cartes et plans.

DOMERGUE, C. (2008). *Les mines antiques: la production des métaux aux époques grecque et romaine*. Paris: Ed. Picard. 240 p.

FELIX, N. (2008). *Contribuições para o estudo do Património Geológico e Mineiro do Concelho de Paredes*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado.

GARCÍA DE CELIS, A.; GONZÁLEZ, R. B.; LUENGO, M. A. & REDONDO, J. M. (1995). Un ejemplo de explotación romana de yacimiento primario: la mina del río de la Sierra (León). Universidad de León. *Estudios Humanísticos*. 17. 11-29.

GÓMEZ, F.; MATÍAS, R.; MÉNDEZ, A. J. & CIFUENTES, J. (2005). Estudio preliminar de las mineralizaciones de la mina de oro romana de Llamas de Cabrera (León, NO de España). *Estudios Geológicos.* 61. 111-119.

HOCQUARD, C. (1975). *Étude sédimentologique des formations rouges miocènes du Nord-ouest de l'Espagne. Aplication a la prospection des placers aurifères associés*. Nancy : Université de Nancy. Tesis doctoral. 165 p.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (1988). *Los recursos minerales de Castilla y León nº 1 Oro*. León: Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda. 127 p.

LIMA, A.; MATÍAS, R.; FÉLIX, N. & SILVA, M. A. (2010). A Mineração Romana de Ouro no Município de Paredes: O exemplo da Serra de Santa Iria e Serra das Banjas. In *Actas del VI Simposio Internacional sobre la Minería y Metalugia Antiguas en el Suroeste Europeo. Vila-Velha de Rodao-Portugal.* En prensa.

MARTINS, C. M. B. (2005). *A exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Tésis Doctoral. 2 Tomos: 214 + 645 p.

MATÍAS, R. (2004). La mina romana de Llamas de Cabrera. TRAIANVS. Portal web de ingeniería romana Http://traianus.rediris.es (*sección metalla*)

MATÍAS, R. (2006). La Minería Aurífera Romana del Noroeste de Hispania: Ingeniería minera y gestión de las explotaciones auríferas romanas en la Sierra del Teleno. *Nuevos Elementos de Ingeniería Romana*. Actas del III Congreso de las Obras Públicas Romanas, Astorga-León, Octubre de 2006. Salamanca: Gráficas Varona. p. 213-263.

MATÍAS, R. (2008). El complejo de minería aurífera romana de Llamas de Cabrera (León). *Revista de Instituto de Estudios Bercianos*. 32-33. 17-52.

MATÍAS, R. (2008b). Nuevos hallazgos en la mina aurífera romana de Llamas de Cabrera (León-España) y su relación con la cronología de la actividad minera en Las Médulas. In *Actas del V Simposio sobre Historia de la Minería y Metalurgia en el Suroeste Europeo*. León. p. 509-524.

MATÍAS, R. (2010). Minería aurífera romana en la cuenca del río Cabrera (León-España). In *VI Simposio sobre Minería y Metalurgia Antiguas en el Suroeste Europeo*. Vila Velha de Rodao, Portugal. En prensa.

MAYA, J. L. (1990). La explotación minera y la metalurgia romana en Asturias. *Historia de Asturias*. 12.

MORÁN, C. (1950). *Excursiones arqueológicas por tierras de León*. Centro de Estudios e Investigación "San Isidoro".

PÉREZ-GARCÍA, L. C.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & TORRES-RUIZ, J. (2000). Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman Mining (NW of Duero and Bierzo Basins). *Journal of Geochemical Exploration*. 71. 225-240.

PÉREZ, M. & MATÍAS, R. (2008). Plinio y la minería aurífera romana: nueva traducción e interpretación de Plin.*Nat.*33.66-78. *Cuadernos de Filología Clásica. Estudios Latinos*. 28(1). 43-58.

QUIRING, H. (1935). El laboreo de las minas de oro por los romanos en la Península Ibérica y las arrugias de Plinio. *Investigación y Progreso*. 9. 6-8.

SCHULTZ, G. & PAILLETTE, A. (1849). Noticia sobre una pirita stannífera (Ballesterosita) y sobre algunos criaderos de estaño en España, por lo señores D. Guillermo Schulz y Don Adriano Paillette. *Bol. Soc. Geol. de Francia, 1849. Revista Minera*. 1. 34-50.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1980). Prospecciones en las explotaciones auríferas del N.O de España (Cuencas de los ríos Eria y Cabrera y Sierra del Teleno). *Noticiario Arqueológico Hispánico*. 8. 214-289.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1983). *La explotación prerromana y romana del oro en Asturia y Gallaecia*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Tésis doctoral.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1985). Los morteros de Fresnedo (Allande) y Cecos (Ibias) y los lavaderos de oro romanos en el noroeste de la Península Ibérica. *Zephyrus*. 37-38. 349-359.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1989). La explotación del oro en la Hispania romana: sus inicios y precedentes. In *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas. Coloquio internacional asociado. Madrid, octubre 1985*. Madrid. 2. p. 35-53.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (ed.) (2000). *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la "Asturia Augustana"*. León: Instituto Leonés de Cultura. 362 p.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; OREJAS, A.; SASTRE, I. & PÉREZ, L. C. (2006). Las zonas mineras romanas del noroeste peninsular. Infraestructura y organización del territorio. In *Nuevos elementos de Ingeniería Romana*. Actas del III Congreso de las Obras Públicas Romanas, Astorga 2006. Junta de Castilla y León – Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas. Salamanca: Graficas Varona. p. 265-285.

VILLA, A., (2010). El oro en la Asturias Antigua: beneficio y manipulación de los metales preciosos en torno al cambio de era. In FERNÁNDEZ-TRESGUERRES, J. (ed.). (2010). *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias antigua y prehistórica*. Oviedo: Real Instituto de Estudios Asturianos. Principado de Asturias. p. 83-125.

WAHL, J. (1988). Três Minas. *Madrider Mitteilungen*. 29. 221-244.

WAHL, J. (1998). Aspectos tecnológicos da industria mineira e metalúrgica romana de Três Minas e Campo de Jales (Concelho de Vila Pouca de Aguiar). In *Actas do Seminário Museologia e Arqueologia Mineiras*. Lisboa: IGM. p. 57-68.

Resumen: La provincia de León es muy representativa para la minería aurífera romana por las extraordinarias y numerosas explotaciones de oro realizadas sobre yacimientos secundarios aplicando técnicas hidráulicas. Sin embargo, existe asimismo un significativo conjunto de yacimientos primarios de oro sobre los cuales los romanos realizaron intensivos trabajos de explotación minera en los que fueron aplicadas diferentes técnicas, algunas hidráulicas y otras no. Los reconocimientos de campo realizados sobre estos yacimientos muestran una sistemática clara en los distintos métodos de trabajo empleados para la extracción y recuperación efectiva del oro, a veces en fases superpuestas, que evidencian la complejidad de estas explotaciones y una adaptación perfecta a las condiciones geológicas de la mineralización.

Palabras clave: Minería romana, Oro, Tecnología minera, Yacimientos primários.

Abstract: The Leon province in Spain is very representative of the roman gold mining because of the large amount and outstanding mines, developed in secondary gold deposits using hydraulic techniques. However, there is as well, a significant amount of mines over primary gold deposits, where Romans made important mining works. Romans used different techniques besides hydraulic ones. Field works carried out in these deposits clearly show a systematic way in the methods used for the ore extraction and recovery. Sometimes these methods superimpose over each other, which bring to light the complexity of these exploitations and a perfect adaptation of the mining technology to geological setting of the ore mineralization.

Keywords: Roman mining, Gold, Mining technology, Primary deposits.

MINERÍA ROMANA Y POBLAMIENTO EN LA CUENCA DEL BAIXO MIÑO (NOROESTE PENINSULAR)*

BRAIS X. CURRÁS REFOJOS[1]
LUIS F. LÓPEZ GONZÁLEZ[2]

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Baixo Miño (CBM) es sin duda una de las grandes olvidadas en la investigación de la minería antigua del Noroeste peninsular, hasta el extremo en que podemos decir que se trata de una zona esencialmente inédita. Los trabajos de referencia sobre minería antigua que han abordado el estudio global de la minería antigua en el NO, han llevado a cabo un primer acercamiento a la minería de la zona del Miño. F. J. Sánchez-Palencia cita las minas de A Arga (Caminha), Niño do Corvo (O Rosal) y os Medos (Tomiño) (Sánchez-Palencia 1983; Sánchez-Palencia & Orejas 1995), mientras que C. Domergue (1987, p. 531; 1990) menciona, además de las de A Arga, las minas de Monção. El trabajo más reciente sobre la minería portuguesa realizado por C. Martins (2008a) aunque aporta una clarificadora y actualizada visión de conjunto, sigue aludiendo a las mismas explotaciones. Más allá de estas obras de carácter general, existe un trabajo de ámbito local que aporta un interesante análisis del sector de O Rosal y de las explotaciones del complejo Monteferro-O Rosal (Bouzó y Pérez 2001).

El estudio sistemático del valle del Baixo Miño, cuyos primeros resultados presentamos en este trabajo, ha sacado a la luz una importante zona minera que

---

* Este trabajo se enmarca dentro de los proyectos de investigación "Formación y disolución de la *civitas* en el Noroeste peninsular. Relaciones sociales y territorio" (CIVITAS) (AR2008-06018-C03-01/HIST), y "Programa de Investigación para la conservación y revalorización del Patrimonio Cultural", CONSOLIDER (TCP) (CSD2007-0058), ambos financiados por el MICIIN.

[1] CCHS del CSIC. brais.curras@cchs.csic.es

[2] Terra Arqueos, S. L. terraarqueos@terra.es

permite entender a la CBM como parte integrante del conjunto de las explotaciones mineras del Noroeste[3]. En este sentido, el elemento de mayor interés de la CBM es que presenta la posibilidad de analizar el impacto de la implantación de la minería romana sobre las estructuras sociales prerromanas en una zona donde las formas de organización indígena que se encuentra el imperio romano difieren en algunos aspectos de las de las demás zonas mineras hasta ahora estudiadas en el Noroeste.

2. EL CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA CBM

La mineralización aurífera del valle del Miño aparece tanto en contextos geológicos primarios como secundarios.

Primario

La mineralización aurífera en primario de la CBM se localiza en la franja de rocas metasedimentarias perteneciente al dominio esquistoso de Galicia – Trás-os-Montes, que atraviesa el valle del Miño con una de orientación N-S, procedente de Monteferro, pasando por O Rosal y continuando hacia la Serra de Arga (Toyos 2003).

Para la parte gallega contamos con una abundante bibliografía y estudios geológicos realizados por el ITGE en los últimos 20 años en la "Reserva Estatal Tomiño" (ITGE 1989, 1993, 1994; Urbano *et al.* 1992; Urbano *et al.* 1993; Urbano 1994, 1998) a través de los cuales podemos conocer las características generales de la mineralización aurífera del complejo Monteferro-O Rosal. En términos generales, la mineralización aparece en forma de venas o filones de cuarzo con sulfuros (pirita y arsenopirita), originados como consecuencia de un proceso neumatolítico-hidrotermal controlado por el sistema de fracturas de la roca encajante, producido durante las fases tardías de la orogenia hercínica. Es decir, el oro, arrastrado con el magma, fluye hasta la superficie en diversas fases de acción hidrotermal e intruye las fracturas de la roca.

En función del control estructural se distinguen dos tipos de mineralización:

1 – Mineralizaciones asociadas a zonas de cizalla de carácter frágil-dúctil, desarrolladas en las unidades metasedimentarias de forma paralela al plano de cizallamiento. La mineralización aurífera aparece en filones de cuarzo con sulfuros (Py, Aspy, Cp) encajados en el esquisto.

---

[3] Este trabajo surge a partir del proyecto de catalogación del patrimonio minero antiguo del Baixo Miño promovido por La Dirección Xeral de Patrimonio de la Xunta de Galicia, a través de la Delegación Provincial de Pontevedra.

Encontramos este contexto en la banda de cizalla de Valdemiñotos-Loureza (O Rosal), que transcurre con orientación N10ºE por el borde occidental de la franja metasedimentaria del complejo Monteferro-O Rosal limitando al O con los granitos de A Guarda. El tenor aurífero alcanza valores máximos de 8 g/t, y en concreto, los sondeos realizados sobre labores antiguas en las proximidades de Valdemiñotos (O Rosal) dan valores entre 4,2 y 5,2 g/t. Una segunda banda de cizalla se localiza en el sector de Vilachán do Monte, situada entre Pinzás y el alto de Pedrada (Tomiño), con un contenido aurífero irregular que alcanza puntualmente valores máximos de 17 g/t.

2 – Mineralizaciones asociadas a los sistemas de fracturación desarrollados en los cuerpos graníticos: consiste en haces de filones de cuarzo con mineralización de sulfuros y oro, que llevan asociada una greisenización del granito encajante.

Este tipo de mineralización aparece al S del macizo granítico de Pedrada y en el Alto de Pozas. Este último sector es un estrecho tramo de 2 km situado al O de Pinzás, ocupado por el dique granítico de Urgal que intruye la banda de metasedimentos, sobre el que se disponen los filones intragraníticos con mineralización aurífera. Los filones mineralizados presentan principalmente oro en estado nativo, con valores entre 3 y 17 g/t. Para Portugal no contamos con estudios tan detallados, aunque sí con trabajos de carácter general que igualmente muestran que la mineralización aurífera aparece asociada a yacimientos filonianos encajantes en la roca metasedimentaria en la zona de contacto con el granito, estructuralmente controlados por bandas de cizallamiento (Gomes & Gaspar 1992; Lemos & Meireles 2008; Meireles 1991; Noronha & Ramos 1993; Pereira 1992; Pereira & Meireles 1998). En este contexto, el mismo de otras explotaciones antiguas del N de Portugal como la mina de Marrancos, Vila Verde, se sitúan las mineralizaciones de A Serra de Arga.

Secundario

La mineralización aurífera en aluvión de la CBM se encuentra en las terrazas cuaternarias del Miño. Se pueden distinguir 4 terrazas, desde la más antigua (QT1), situada a una altura entre los 55-70 m, hasta la más reciente (QT4), localizada sobre el actual nivel del Miño, que no sobrepasa los 8-10 m. Se componen por una alternancia de paquetes de cantos rodados de naturaleza cuarcítica, sueltos o poco cementados y paquetes limo-arcillosos, a excepción de la terraza QT4, en la que los lechos granulares son menos frecuentes y se detecta un predominio de limos y arcillas. El origen de las distintas terrazas se remonta al Pleistoceno, momento en que se forman como consecuencia de los procesos de sedimentación de los distintos períodos interglaciares (IGME 1981a; Teixeira 1946).

No existe un estudio sistemático sobre el contenido aurífero de los depósitos de aluvión del Miño comparable al de otras zonas del Noroeste (cfr. Pérez 1977). Sin

embargo, contamos con un estudio puntual llevado a cabo en Salvaterra do Miño para la puesta en marcha de la explotación aurífera "Áridos do Mendo" (López Jimeno 2002). En este trabajo se recogen leyes para el todo-uno de 0,152 g/t para oro y 5,06 g/t para estaño[4]. No sabemos hasta qué punto los valores de Salvaterra pueden ser extrapolados al resto de las terrazas de la CBM. En cualquier caso es reseñable que se trata de un tenor aurífero muy elevado, similar a los valores que conocemos para las explotaciones romanas de los valles del Duerna o del Eria, que poseen algunas de las leyes más elevadas del Noroeste (Hérail 1984). El contraste es acentuado si lo comparamos con Las Médulas, en donde la ley media es de 0,05 g/m^3 (Sánchez-Palencia 2000).

Visto en su conjunto, el contexto geológico de la CBM nos muestra dos elementos fundamentales:

– Tanto en los contextos geológicos primarios como secundarios, se documenta un elevado contenido de oro. En este sentido, pese a su carácter geográficamente excéntrico respecto al grueso de las explotaciones romanas, situadas fundamentalmente en el *conventus astur*, la CBM posee un potencial minero equiparable al de las zonas más productivas del Noroeste;
– Un elemento común a los depósitos aluviales y a los yacimientos en filón explotados en la CBM es que contienen, además de oro, estaño. Esto no es exclusivo del Miño, también se documenta en otras explotaciones antiguas como en Os Milagros do Monte Medo (Maceda) (Sánchez-Palencia 1983)[5].

La cuestión del estaño es sin duda uno de los puntos oscuros en el estudio de la minería romana en el noroeste peninsular. En los grandes *metalla publica* el oro es un bien estatal, que la administración imperial explota de forma directa o indirecta; no así el estaño. Un aspecto todavía por clarificar es cómo tiene lugar la explotación conjunta de ambos minerales, y sus implicaciones jurídicas y económicas.

---

[4] Para pasar la proporción de g/t a g/m^3, tomamos una densidad de referencia para los depósitos cuaternarios de 2 t/m^3, partiendo de un material seco, la misma empleada en los análisis realizados en la explotación, y que es la más habitual para este tipo de depósitos (cfr. Pérez 1977), lo que implica un tenor aurífero de 0,305 g/m^3 y estannífero de 10,12 g/m^3. Estos resultados tienen una alta fiabilidad como valor medio para todo el yacimiento, ya que se basan en un muestreo practicado sobre grandes cantidades de material procedente de la fracción de finos (1,25-0,88 mm), procesado en una planta piloto durante 1000 h.

[5] Plinio (*N. H.* XXXIV, 156-157) define como *alutiae* a los depósitos aluviales en que en las mismas arenas en las que se encuentra el oro aparecen también estaño.

3. LA MINERÍA PRERROMANA

Ha sido ya apuntado en numerosas ocasiones y es comúnmente admitido que en el Noroeste ibérico en fechas anteriores a la conquista romana no hay ningún indicio fundamentado de la existencia de una minería del oro que no se base en el bateo de los placeres fluviales móviles (Perea & Sánchez-Palencia 1998). En la CBM, el beneficio del oro antes de la llegada de Roma no fue distinto al del resto del Noroeste.

Existe una referencia a que los trabajos mineros de la mina de A Folgadoura (Zbyszewski & Ferreira 1955), en las estribaciones de la Serra de Arga (Viana do Castelo), ya en el cuenca del Limia, podrían estar datados en época prerromana (cfr. Domergue 1990, p. 114 y 130). Esta cronología se basa en la localización de un hacha de la Edad del Bronce, pero teniendo en cuenta que desconocemos el contexto del hallazgo, así como la procedencia exacta de la pieza, no se puede tomar como una información sólida.

A buen seguro, las comunidades indígenas conocieron y aprovecharon la riqueza aurífera del Miño, aunque a una escala muy restringida que no ha dejado ninguna traza arqueológica sobre el paisaje. Como en el resto del Noroeste, el oro debió de ser obtenido sin dificultad en los placeres móviles de los ríos. Sabemos, en efecto, que el contenido aurífero de las arenas de los ríos en la CBM era elevado, tal y como se observa en el muestreo a la batea realizado en varios ríos subsidiarios del Miño, en las proximidades de Salvaterra do Miño (Fernández Piñeiro & Ruiz Mora 2003), en donde se han podido documentar resultados positivos en los que las partículas de oro aparecen en el concentrado con un tamaño apreciable por el ojo humano (entre 380 y 470 μm).

4. LAS EXPLOTACIONES MINERAS ROMANAS EN LA CBM

Las distribución de las explotaciones mineras antiguas de la CBM se puede dividir en 5 sectores (Fig. 1). Exponemos a continuación una somera descripción de las labores más significativas de cada uno de ellos, sin un afán de exhaustividad, imposible en todo caso dados los límites de este trabajo:

A Guarda/O Rosal

Este sector se sitúa entorno a la desembocadura del Miño. La mayoría de las explotaciones se localizan en los alrededores del núcleo de O Rosal, y se encuentran en su conjunto muy alteradas y enmascaradas por las viviendas y las labores agrícolas. Cabe mencionar únicamente por su grado de conservación más o menos

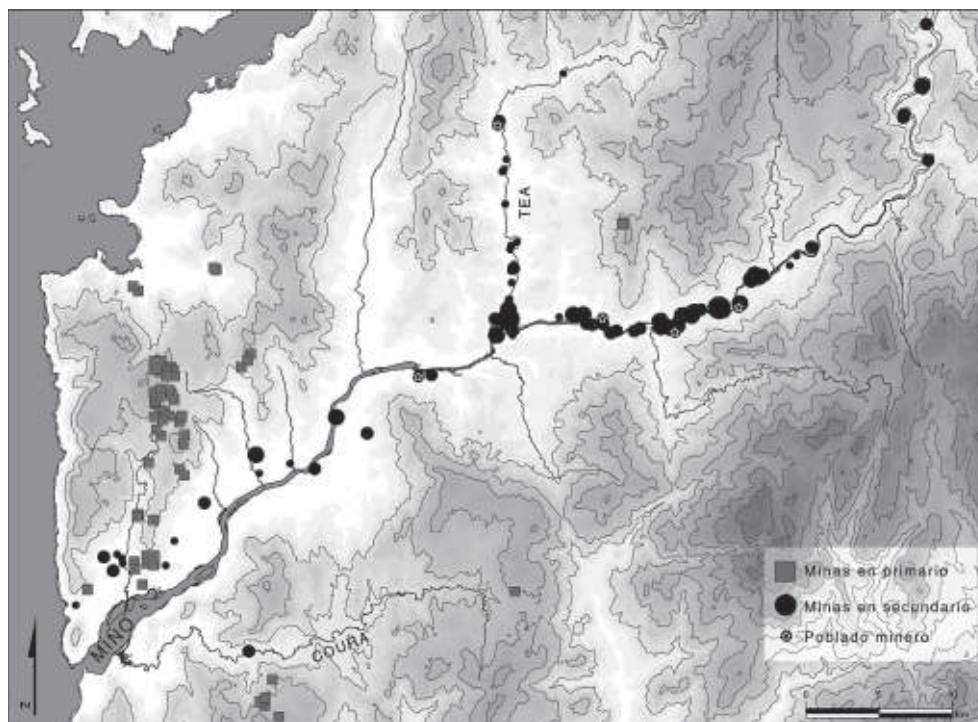



Figura 1. Distribución de las labores mineras.

aceptable la explotación de As Medas (GA36048003[6]; X:512800 – Y:4642650[7]) y las cortas localizadas en A Cumieira de Arriba (X:513350 – Y:4641950).

La mayoría de las explotaciones de la zona se llevaron a cabo sobre las terrazas cuaternarias, aunque también existen labores en primario como la de A Regueira de Constantina (GA36023008; X:511575 – Y:4640625).

En el otro lado del río, en Vila Nova de Cerveira, sólo encontramos la explotación de Couço do Monte Furado (Martins 2008b) (CNS-3621; X:422600 – Y 4636500). Consiste en una galería de unos 130 m de largo que atraviesa la base de un meandro del río Coura. El túnel no es una explotación en sí, si no que se trata en realidad de un canal diseñado para desviar el cauce del río. El objetivo de esta obra de ingeniería es dejar en seco un largo tramo del río de casi 1 km, para así poder realizar

[6] Cuando la explotación está catalogada indicamos la referencia correspondiente a las fichas de patrimonio de la DXPC o del IGESPAR.

[7] Todas las coordenadas aportadas en el texto están tomadas en base al Sistema de Referencia Terrestre 1989 (ETRS 89), para la zona 29N. La referencia espacial indica una posición en el centro de la mina que debe ser entendida en un sentido aproximado, ya que la amplitud de la mayoría de las labores mineras no puede ser abarcada por la coordenada de un único punto.

estacionalmente el lavado de las arenas del lecho. Cada año, durante la temporada de lluvias, se deja correr el río por su cauce para que recupere el contenido aurífero, y en verano se vuelve a desviar por el canal mediante una infraestructura, todavía observable, que enlaza el río con el túnel para así permitir el laboreo del lecho. Se trata de un sistema de explotación análogo al del Montefurado en el Sil (Quiroga) y del Furado de Baixo en el río Alva (Arganil) (Domergue 1987, LU11 y POR19).

Tomiño/Valença do Minho

La minería de este sector se distribuye a lo largo del cauce del Miño, fundamentalmente en los municipios de Valença y Tomiño. Las minas presentan una concentración bastante baja, que contrasta con la densidad de las explotaciones que aparece aguas arriba.

Se trata principalmente de labores realizadas sobre las terrazas cuaternarias. Entre las explotaciones más relevantes mencionar las de As Torres (X:523100 – Y:4649850), Os Medos (X:519600 – Y:4646600) y Carregal (X:525400 – Y 4649350) en Tomiño, y las de Covelos (X:528600 – Y:4652450) y Friestas (X:535100 – Y:4655350) en Valença.

Existen también explotaciones en primario como la de As Chans de Tebra (GA36054044; X:522100 – Y:4655850) y las trincheras de Cova da Moura (GA36055008) y del monte Tetón (GA36055009), cuyo contexto geológico preciso no está todavía claro.

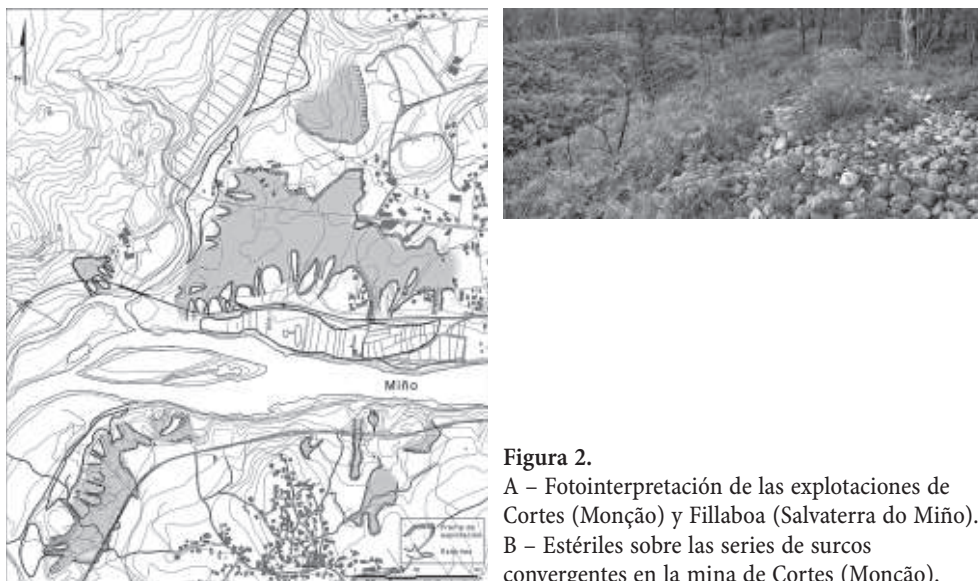



Figura 2.
A – Fotointerpretación de las explotaciones de Cortes (Monção) y Fillaboa (Salvaterra do Miño).
B – Estériles sobre las series de surcos convergentes en la mina de Cortes (Monção).

Salvaterra do Miño/Monção – Crecente/Melgaço

Esta es la zona con una mayor concentración de trabajos mineros de toda la CBM. A lo largo del Miño, en el tramo comprendido entre Salvaterra/Monção – Crecente/Melgaço, prácticamente todos los meandros del río fueron objeto de explotación.

Siguiendo el Miño río arriba, en primer lugar nos encontramos con los trabajos mineros de Cortes (Monção) y Fillaboa (Salvaterra do Miño) (Fig. 2), realizados mediante series de surcos convergentes. En su conjunto, salvo parte de la explotación de Cortes, las minas se encuentran muy alteradas y es difícil su reconocimiento sobre el terreno; la red hidráulica es irreconocible y tampoco se han podido detectar los depósitos sobre los frentes de explotación. En realidad, prácticamente sólo se conservan los canales de evacuación y parcialmente algunos surcos de explotación y acumulaciones de estériles.

Más adelante, entre los municipios de Salvaterra y As Neves, en torno a Chan da Salgosa, aparece un importante conjunto de labores hoy totalmente desaparecidas por el avance de las explotaciones de áridos (ca. X:545000 – Y:4659500). Como consecuencia de los trabajos recientes se llevó a cabo la documentación de una pequeña parte de los trabajos, en el sector SE de la mina (Ferrer 2007).

Continuando el recorrido por el Miño, tras dejar atrás las labores de Seixegal, en Monção (ca. X:549100 – Y:4658400), el siguiente conjunto de explotaciones destacable se encuentra en torno a Medáns (ca. X:550800 – Y:4658900), en As Neves. Un poco más arriba, en Monção, el meandro sobre en el que se encuentra la *freguesia* de Messegães (ca. X:552200 – Y:4659400) fue objeto de una intensa explotación. Inmediatamente aguas arriba, en Arbo, aparece la gran explotación

Figura 3. Modelado digital de la mina de As Grobias (As Neves).

de A Lagoa (GA36001037; X:554750 – Y:4660000) y a continuación, una serie de labores grosso modo situadas entre la estación de tren y el núcleo de Arbo (ca. X:557400 – Y:4661900).

En el tramo final de la CBM cabe destacar la explotación de As Grobias (Fig. 3) (GA36001015; X:561050 – Y:4664050), todavía en Arbo, y la mina de Os Petoutos (GA36014038; X:568600 – Y:4675050) en Crecente.

Tea

A lo largo del curso bajo del río Tea aparecen una serie de explotaciones sobre los depósitos aluviales de ambos márgenes del cauce. Este sector se encuentra todavía en proceso de estudio, y en posteriores trabajos se podrá ofrecer una visión más completa del conjunto minero.

El carácter de la mineralización en la zona no está claro, ya que no tiene que ver con las terrazas cuaternarias del Miño, y el origen de los depósitos aluviales explotados quizás esté en relación con procesos erosivos de arrastre limitado. En ese caso, faltaría por delimitar el tipo de mineralización presente en un contexto geológico primario. De todos modos, el carácter aurífero del río y de los arroyos subsidiarios ha sido verificado por una serie de muestreos a la batea (Fernández Piñeiro & Ruiz Mora 2003), que igualmente revelaron la presencia de casiterita (IGME 1981b: 37).

Las primeras explotaciones aparecen en la misma desembocadura, como una extensión de las minas de Fillaboa. Siguiendo aguas arriba, aparece una sucesión de labores de entidad limitada entre las que cabe destacar las de O Couñedo (X:540700 – Y:4662600) o la mina de As Covas (GA36042028), en Ponteareas, afectada por la construcción del viaducto de la autovía das Rías Baixas y sobre la que se llevó a cabo una intervención de urgencia (Torres, 1994) que permitió documentar las estructuras de la explotación. En torno al núcleo de Pontereas existen varias labores: las de A Moscadeira (GA36042116), las de A Ribeira (GA3604280) y las de A Lomba (GA3604281). La última explotación documentada hasta el momento aparece en Mondariz (X:544125 – Y:4675900), inmediata al castro de Coto Redondo (GA36030005).

Existen también indicios de trabajos en primario en Chan da Mina, en el monte de San Nomedio (X:548245 – Y:4665720).

Monteferro-Arga

Existe una gran cantidad de trabajos realizados sobre filones con mineralización aurífera, muchos de los cuales están todavía pendientes de identificación o

de una localización más precisa. El primer inconveniente que se presenta a la hora de trabajar con este tipo de explotaciones es que si bien algunas son fácilmente reconocibles, la mayoría son trincheras y sondeos de tamaño limitado, difíciles de observar a partir de la fotografía aérea, y que suelen estar cubiertas por una densa vegetación que impide su estudio sobre el terreno.

Pero el principal obstáculo aparece ante la dificultad de diferenciar sólo mediante prospección las explotaciones romanas de las más modernas, vinculadas fundamentalmente a la explotación de casiterita y wolframio en los años 40 y 50 del siglo XX, que a su vez pueden estar enmascarando o haber eliminado por completo labores antiguas. El caso portugués es elocuente, pues ofrece una acumulación de labores de diferente cronología (cfr. Lima & Leal 1998) cuyo carácter a menudo sólo puede ser analizado a partir de los informes técnicos de minas[8]. Así por ejemplo, las minas de Castelhão, "Couto Russo", Cumieira o Argela en Caminha, o Monte Furado y otras también localizadas en torno a Covas, en Vila Nova de Cerveira, son explotaciones recientes de estaño y wolframio, en las que los expedientes de los años 40 y 50 de la Circunscrição Mineira do Norte no indican la existencia de ninguna labor previa, pero que podrían ser confundidas fácilmente con trabajos antiguos. En otras minas, como la de Cerdeirinha (cfr. Martins 2008a, p. 257) o de Corzes, se hace referencia a trabajos antiguos, pero es difícil distinguir donde empiezan y donde acaban, si es que se conservan y además tampoco queda claro cual es el carácter de los mismos, ya que podría tratarse de "trabalhos de pilha" de época reciente, realizados por los lugareños como un complemento económico en el ámbito de la economía local. Son pocos los casos, tal es el de la mina aurífera de Bouça da Breia, en Viana do Castelo, en donde se indica explícitamente la existencia de trabajos antiguos.

Entre los trabajos de mayor interés y cronología más clara, mencionar en primer lugar la mina de Niño do Corvo (GA36048019), un conjunto de explotaciones de notable envergadura, relacionadas con una zona de cizalla. Esta mina fue objeto de una concesión minera moderna, y en los años 60 se llevaron a cabo varias explotaciones en galería (ITGE 1989, 12). En Portugal, las labores más relevantes aparecen en el conjunto de los trabajos de A Serra de Arga (Martins 2008a, p. 255).

La mina de Os Buratos dos Mouros (GA36054072), en Tomiño, es la explotación más interesante de la zona debido tanto a su tamaño como al sistema de explotación empleado (Fig. 4). Aparece en relación a las mineralizaciones de carácter intragranítico que intruyen el dique de Urgal, dentro del sector Alto das Pozas. La explotación tiene un carácter intensivo y se lleva a cabo mediante una sucesión

[8] Informes procedentes del *cadastro mineiro da região Norte*, depositados en el Departamento de Recursos Geológicos da Direcção Regional da Economia do Norte; institución a la que agradecemos las facilidades prestadas para su consulta.

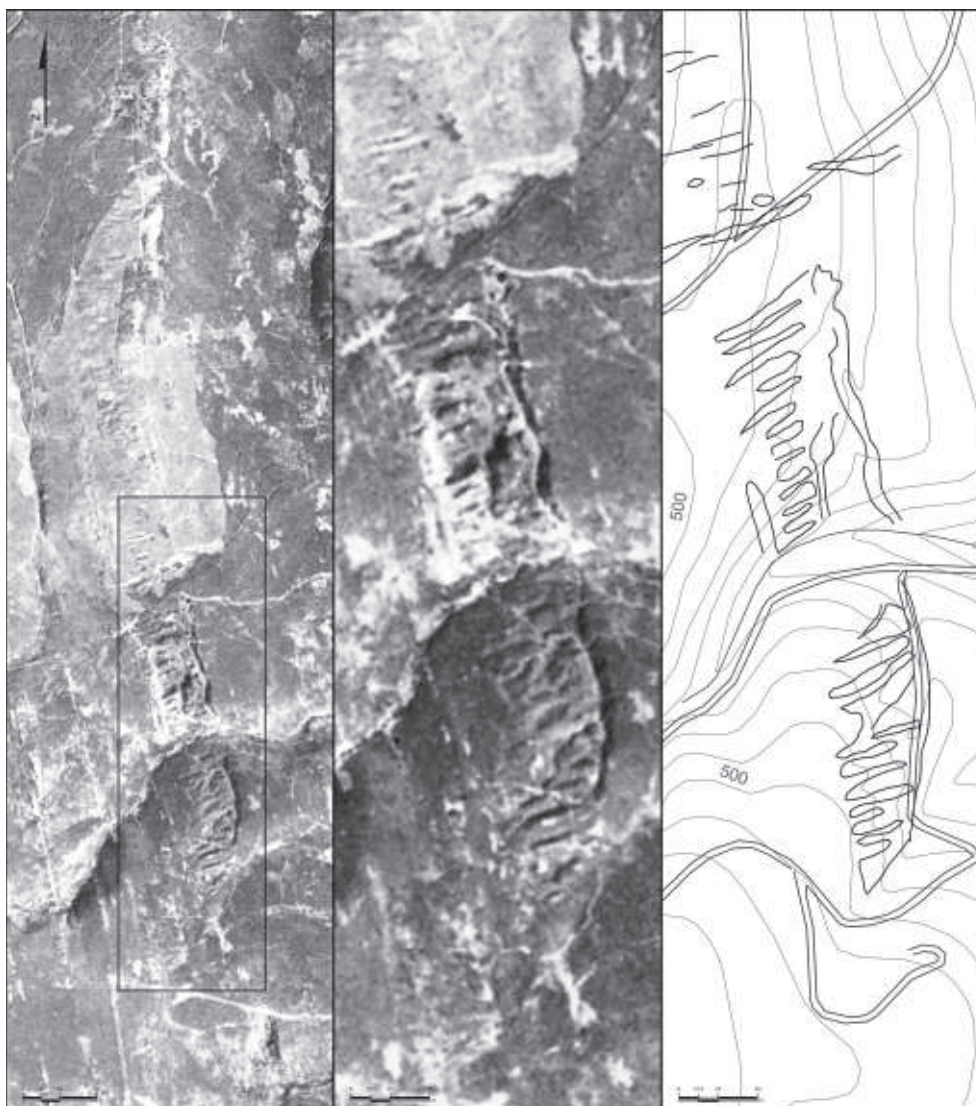



Figura 4. Os Buratos dos Mouros (Tomiño): vista general del conjunto de la explotación, y fotointerpretación del sector S.

de pequeñas cortas transversales que se trazan siguiendo sistemáticamente la orientación de los filones cuarcíticos mineralizados (comprendida entre N60ºE y N80ºE) a lo largo de una franja de aproximadamente 1 km. Dado el elevado grado de alteración de la roca encajante, es probable que junto a la acción mecánica el agua haya desempeñado un importante papel en la realización de las labores.

Más al Norte, en Baiona, ya fuera de la CBM, se encuentra la explotación de As Insuas (GA36003037) (Álvarez & López 1999), que al igual que os Buratos dos Mouros está explotando los filones intragraníticos mineralizados del dique de Urgal.

Visto desde una perspectiva global, lo más reseñable de la zona minera de la CBM es su total inserción en el conjunto minero del Noroeste ibérico. No existe solución de continuidad entre las labores del Baixo Miño y los trabajos que se documentan en la cuenca media, en torno a Laias (López 1996). El complejo Miño-Sil fue explotado de forma sistemática y el Baixo Miño no es más que un sector que no puede ser comprendido aisladamente, ya que forma parte de un todo.

Desde un punto de vista técnico, sin que sea necesario extendernos demasiado sobre la cuestión, se observa de forma clara que los sistemas de explotación empleados en la CBM son análogos a los del resto del Noroeste.

Otro elemento que tampoco es ajeno al conjunto de las explotaciones de la *Gallaecia* es la exhaustividad con que fueron identificados y explotados todos los depósitos auríferos. La eficacia del sistema de prospección romano, que ha sido ya analizada en otras zonas mineras (Sánchez-Palencia *et al.* 2006), se puede observar de forma manifiesta en el Baixo Miño. Si tomamos el tramo alto de la CBM y superponemos la dispersión de las explotaciones sobre el mapa geológico, observamos una coincidencia tal entre minas y depósitos cuaternarios que no es exagerado afirmar que no existe un solo meandro con potencial aurífero en el que no se haya actuado de una forma más o menos intensiva.

En las explotaciones en primario, la validez del método prospectivo es incluso más perceptible. A través de las investigaciones llevadas a cabo por ITGE vemos que los lugares que muestran un mayor potencial aurífero en los estudios modernos coinciden perfectamente con las labores romanas. Esto es así no sólo en cuanto a la zona, sino que a menudo los muestreos realizados sobre los trabajos antiguos son precisamente los que ofrecen resultados más elevados.

La mina de Os Buratos dos Mouros muestra un caso particular. La prospección mediante bateo, remontando los ríos siguiendo los indicios positivos hasta encontrar la fuente del mineral, permitió la identificación de una pequeña banda granítica (dique de Urgal) de 2 km de largo y un ancho comprendido de entre 40 y 120 m, en donde aparece la mayor concentración de filones mineralizados, un contenido aurífero más elevado y una mayor meteorización de la roca encajante que facilita el desarrollo de la explotación.

5. EL EJEMPLO DE LA MINA DE A LAGOA

En el conjunto de la zona minera de la CBM, la explotación de A Lagoa es aquella que mejor ilustra el funcionamiento de una mina y la que presenta un mejor estado de conservación. Frente a la lamentable preservación de gran parte de las explotaciones de la CBM, A Lagoa conserva la mayoría de sus elementos formales, y nos permite comprender de una manera gráfica los sistemas de explotación empleados, así como

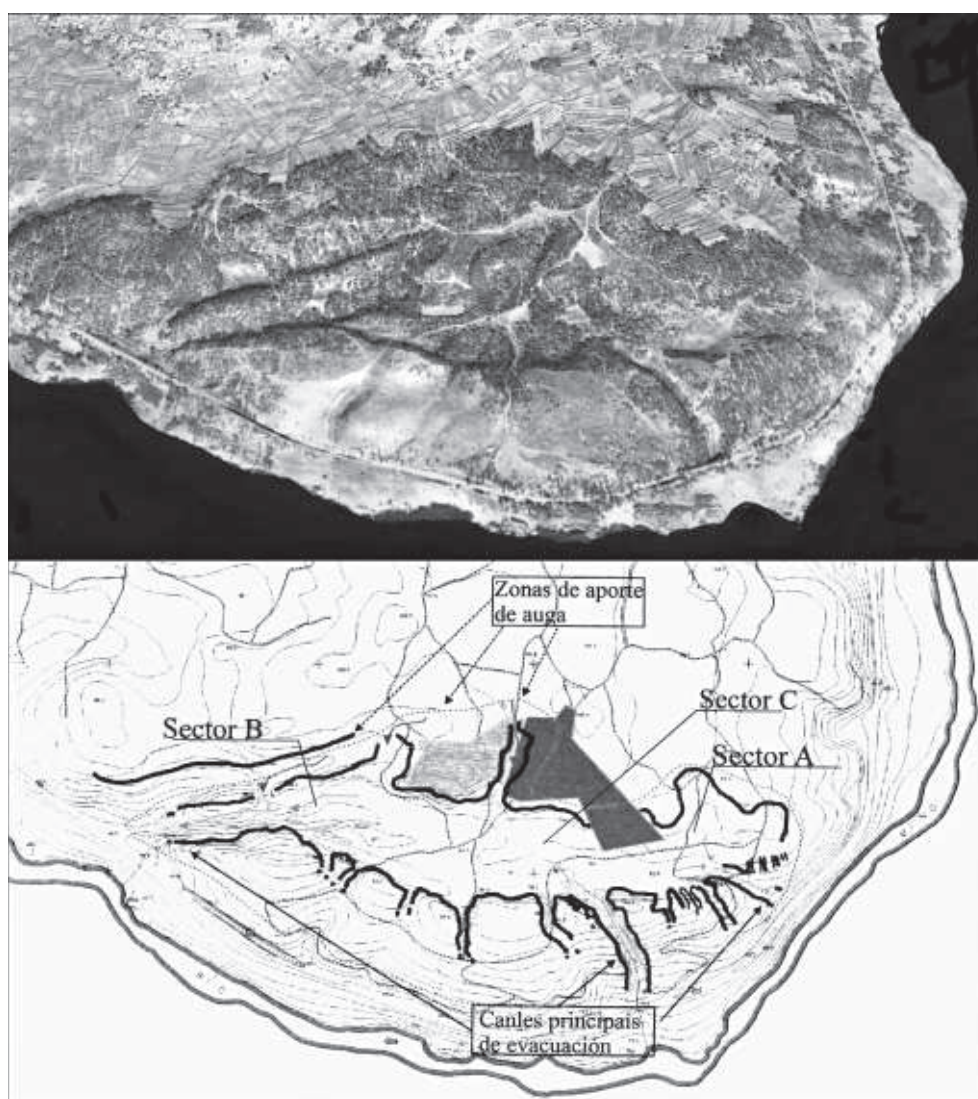



Figura 5. Fotointerpretación A Lagoa y modelado digital sobre la fotografía aérea del vuelo "americano" (1956).

las distintas fases de desarrollo de los trabajos. Sin duda, A Lagoa deberá ser tenida en cuenta como un punto clave en el desarrollo de la investigación de la CBM, así como un lugar de alto potencial patrimonial.

Un hecho clave para tomar A Lagoa como referente es que cuenta con un estudio específico. En el año 2006, con motivo de la construcción del parque empresarial del Concello de Arbo, se llevó a cabo un análisis sistemático y pormenorizado de la explotación de A Lagoa (López González 2006).

Se trata de una mina de tamaño medio que ocupa un superficie de unas 40 ha, y que tiene una longitud en su eje mayor de casi 2 km. La explotación se llevó a cabo mediante cortas de arrastre y de minado. En el frente de la mina, que fosiliza el último momento de explotación, se puede observar la impronta de estos trabajos, como una sucesión de muescas de forma cóncava que se corresponden con cada una de las operaciones de extracción. Con ayuda del agua se socavaba la base del depósito hasta que cedía y era abatido, para ser finalmente arrastrado, también con la fuerza del agua, hacia los canales de lavado. De forma simultánea, dependiendo de las zonas a explotar, se empleaban zanjas canal y series de surcos convergentes con los que se iba desmontando el depósito superficialmente en un sentido lineal orientado hacia los canales de evacuación.

El análisis de la mina mediante fotointerpretación revela su estructura y los sectores de los que se compone (Fig. 5). Se observa que la explotación se divide en tres sectores: A, B y C. Las labores se iniciaron en los sectores A y B, y por último se desarrolló la explotación del sector central C que corta los trabajos de los otros dos.

Sector A. Existen indicios de que este sector es el primero en ser explotado, aunque pudo haber sido sincrónico respecto al sector B, al menos en algún momento.

Su explotación se divide en dos subfases, que se pueden reconstruir a partir de los canales de evacuación. En un primer momento los trabajos se realizan de forma superficial y los estériles fueron expulsados por una serie canales situados en una cota elevada. La progresión de los trabajos acabó por agotar el depósito aluvial, y redujo la cota, lo que obligó a abrir una gran zanja que discurre en sentido O-SE.

Sector B. Se documentan dos subfases de explotación. La primera se corresponde con unos estrechos canales de evacuación sitos a una cota más alta, que salen en dirección N-S. Con el avance de la explotación hacia los sedimentos inferiores en contacto con el sustrato comienza la segunda subfase, marcada por la abertura de un gran canal, "A Boca do Inferno", que discurre en sentido E-O, y que funciona a partir del momento en que los anteriores quedan inutilizados.

Al N de este sector, en la zona más alta de la explotación, encima de A Lagoa, aparece una gran zanja canal de 725 m, que trascurre en sentido E-O, paralela al canal de evacuación, cuya relación respecto a las demás labores es difícil de establecer.

Sector C. Los trabajos de este sector cortan a los anteriores y se desarrollan a una cota más baja, quedando pues inutilizados los canales de evacuación ya existentes. Fue entonces necesario trazar una gran trinchera de más de 20 m de profundidad, labrada sobre el sustrato granítico, que permitió la salida de los estériles. La infraestructura hidráulica está desaparecida en el conjunto de la mina y ni sobre el terreno ni a partir de la fotografía aérea es posible apreciar restos de los canales ni de los depósitos. La intensa explotación agrícola que tuvo lugar en esta zona de Galicia desde época Moderna permite comprender esta particularidad. En todo caso, el aprovisionamiento de agua no representa ningún problema para esta explotación, que fácilmente se podría haber surtido de los regatos de A Valiña y Eiros de Arriba. Por otro lado, hay que indicar que sí son identificables de forma clara los canales emisarios correspondientes a las distintas fases de explotación, que se sitúan en la cabecera de los frentes de explotación.

Por cubicaje se puede establecer de forma aproximada un volumen de extracción de 2.000.000 m^3. Partiendo de leyes de 0,305 g/m^3 para oro y 10,12 g/m^3 para estaño, tomadas en el entorno minero de Salvaterra, podemos estimar para la mina de A Lagoa una producción de 610 kg de oro y 20.240 kg de estaño. Una cantidad nada desdeñable, máxime si tenemos en cuenta que la producción estimada en Las Médulas es de 4.700 kg de oro (Sánchez-Palencia 2000, p. 156).

6. EXPLOTACIONES MINERAS Y ESTRUCTURA DEL POBLAMIENTO EN LA CBM

Este es un punto que requiere un análisis más extenso, sobre el que sólo avanzaremos algunos aspectos generales que serán desarrollados en futuros trabajos. De un modo sintético, podemos decir que el análisis de las transformaciones en las formas de ocupar el territorio tras la implantación de la minería romana nos muestra tres elementos clave:

1º Al igual que en otras zonas del Noroeste, la minería supone una transformación sustancial de la estructuración del territorio, con la aparición de nuevas formas de ocupación vinculadas a la explotación del oro;

2º Dada la envergadura del conjunto de los trabajos de la CBM, la intensidad de las transformación en las formas de poblamiento estrictamente vinculadas con la minería es comparativamente limitada respecto a otras zonas mineras del Noroeste. Existe una diferencia cuantitativa en el grado de transformación, pero que desde el punto de vista cualitativo responde al mismo proceso histórico;

Figura 6. Fotointerpretación del poblado minero de A Graña sobre la fotografía aérea de 1984.

3º La minería forma parte de un conjunto de transformaciones globales que tienen lugar dentro del proceso de organización provincial y no puede ser analizada como un ámbito desligado del contexto general de reorganización de las comunidades indígenas.

En su conjunto, estas conclusiones ilustran el complejo proceso de transformación histórica que ocurre en la zona desde el final del s. II a.C. y que se acentúa a partir de la organización provincial.

En la CBM encontramos un total de 5 castros romanos integrados en las explotaciones mineras (Fig. 1), muy semejantes a los que aparecen en otras zonas como la Valduerna (cfr. Domergue & Hérail 1978). Es especialmente interesante el Castro de A Graña (As Neves) (GA36034056) (Fig. 6), un poblado encajado entre labores de explotación, que son las que definen su morfología. Fue excavado en 2002 (Ferrer 2002), en el sector atravesado por el ferrocarril. Se llevó a cabo un pequeño sondeo que no llega a los 100 m^2, pero que posee un gran valor pues nos aporta la referencia cronológica más precisa de toda la zona minera de la CBM. Se documentaron dos momentos de ocupación: uno del s. I d.C., en el que junto a material romano aparecen cerámicas de tradición indígena, y otro de los ss. III-IV. Lo exiguo del área excavada no permite establecer por el momento si existe continuidad entre ambas fases.

Existen otros cuatro poblados cuyo perímetro está igualmente definido por las labores mineras: Os Castelos, Melgaço (CNS-15696) (X:556150 – Y:4660120), Adro Velho, Valença, al norte de la necrópolis medieval (CNS-21436) (X:534250 – Y:4655460), A Valinha, Monção (X:551300 – Y:4658245), (Domergue 1987, 531)[9] y A Croa, Ponteareas (GA36042090) (X:539665 – Y:4672830). En A Valagota, Valença (X: 530800 – Y: 4651390), existe otro posible poblado definido por labores mineras; formalmente se trata de un recinto claramente delimitado por labores, pero que por el hecho de no presentar materiales en superficie a pesar de las condiciones óptimas de visibilidad, sólo puede ser considerado como un indicio. Se puede también considerar como indicio Os Castros, en O Rosal (GA36042090) (X:513250 – Y:4642900), cuyos fosos parecen estar también labrados con fuerza hidráulica.

Hay además otros indicios de asentamientos vinculados a las explotaciones. Es el caso de las explotaciones del monte Tetón, en donde aparecen posibles restos de tégula junto a la mina de Cova da Moura (González 2007, 147), así como un posible asentamiento romano en Chan de Castiñeira (GA36055010), a escasos 500 m de las minas. En la mina de Os Petoutos, en Crecente, aparece material romano.

[9] El autor se refiere a un poblado situado "à 500 m au sud-ouest de Bouça", sin una mayor precisión. Probablemente se trate del castro de A Valinha, aunque podría estar refiriéndose también al de Os Castelos, que igualmente responde a la misma descripción.

El asentamiento romano de O Sobreiro (Oia), podría estar relacionado con las explotaciones en primario de Vilachán do Monte. En la explotación de As Covas, en el Tea, durante la excavación de la mina (Torres 1994) apareció tégula que podría estar indicando la existencia de algún tipo de yacimiento; los materiales aparecieron sobre los canales, sin vinculación con ninguna forma de hábitat, por lo que sin una ampliación del área excavada no se puede decir mucho más al respecto.

Vemos en efecto que la implantación de la minería en época romana tuvo un impacto real sobre la forma de organizar el poblamiento. Sin embargo, el grado de transformación es limitado, sobre todo si lo comparamos con otras zonas mineras en donde la implantación de la minería supuso un cambio radical. En la cuenca noroccidental del Duero (Orejas 1996), en la zona de Las Médulas (Sánchez-Palencia 2000), en la Cuenca del Noceda-Boeza (Álvarez 1993), en la zona de O Caurel-Val de Quiroga (López 1993) o en la sierra de la Cabrera (Fernández-Posse & Sánchez-Palencia 1988) la baja densidad de población en época prerromana hizo necesaria una mayor reorganización del poblamiento, que permitiera la puesta en marcha del sistema de explotación de la mano de obra indígena. Por el contrario, la CBM se caracteriza desde la Edad del Hierro por un paisaje donde existe una cierta densidad demográfica, en el que no fue necesario llevar a cabo una intervención tan profunda en el reajuste de la distribución del poblamiento. En el fondo, la diferencia respecto a las otras zonas mineras del NO es sólo de escala, ya que el proceso histórico se desarrolla dentro de los mismos márgenes y tan sólo cabe hablar de una diferencia cuantitativa.

Desde un punto de vista amplio, los cambios que ocurren en época romana no tienen que ver de forma exclusiva con la minería, sino que forman parte de un proceso más general determinado por la dominación y reorganización de las comunidades indígenas en el marco de un sistema de explotación tributario. Esto es un hecho común a todo el NO, que se aprecia en todas las zonas mineras y que en la CBM lo vemos ejemplificado con claridad.

Desde la segunda mitad del s. II a.C. la zona experimenta un intenso cambio inducido por el contacto con Roma, que se manifiesta en la aparición de nuevas estrategias de organización del paisaje. Tienen lugar importantes transformaciones en la estructura de la sociedad y se aprecian una serie de cambios en las formas de ocupar el territorio: se abandonan castros como A Forca, Cossourado, o Romarigães; se fundan otros como Cristelo, Lovelhe, o Senhora do Castro; otros como Troña o Coto da Pena experimentan una total remodelación; empiezan a aparecer asentamientos de la edad del Hierro no castrexos como Saa; y se configuran los grandes castros como Santa Trega o São Caetano.

A partir de la conquista y de la concreción del sistema provincial, la transformación del paisaje se acentúa. Progresivamente se abandonan los castros y aparece

una ocupación en el fondo del valle formada por asentamientos abiertos orientados a una explotación más intensiva de los recursos agrícolas.

El estudio de las formas de ocupación del paisaje en la CBM nos permite comprender que la transformación del paisaje en época romana tienen que ver con el proceso global de conquista y reorganización de las poblaciones indígenas, dentro de una estrategia global de explotación fiscal que se extiende por todos los territorios conquistados. Las explotaciones mineras son parte del conjunto de cambios que implica el proceso de provincialización, cuyo elemento estructural es la imposición de un sistema de tributación basado en la *civitas* (Orejas & Sastre 1999).

El análisis de la relación del poblamiento de la CBM con la minería es una cuestión abierta que forma parte de nuestra investigación. En el futuro, se tendrá que prestar atención a los parámetros locacionales de los poblados mineros y a su relación con la explotación del entorno. La fase de ocupación altoimperial de los grandes poblados de Sta. Trega o S. Caetano, al igual que San Cibrán de Las, deberán ser analizados también en relación con la expansión del sistema de explotaciones auríferas romanas. Igualmente tendrá que ser tenido en consideración el papel que pudo haber sido desempeñado por el núcleo romano de *Tude* (cfr. Pérez Losada 2002, p. 61) en la explotación de la zona minera.

7. UN PATRIMONIO AMENAZADO

En la actualidad, la inmensa mayoría de las explotaciones auríferas romanas de la CBM se encuentran en un estado de conservación deplorable, y en el mejor de los casos, bajo condiciones de seria amenaza. Las canteras de extracción de áridos, las viñas, la presión urbanística, los trabajos agrícolas, carreteras, polígonos industriales,… son los principales factores de agresión a los que se enfrentan las minas.

Esta situación exige un posicionamiento activo que permita el desarrollo de estrategias que garanticen una protección, una investigación histórica global y el desarrollo de un proyecto de difusión y puesta en valor de la minería y de las formas de poblamiento y explotación del territorio en época romana.

Las minas auríferas romanas como yacimientos arqueológicos no se corresponden con poblados o zonas de ocupación de la población sino con una actividad de explotación del territorio de ciertas comunidades y por lo tanto la huella que dejan en el paisaje así como el registro arqueológico que generan es completamente diferente. Quizás por ello en muchos de los casos este tipo de yacimientos no son registrados ni catalogados.

Hasta la fecha, en Galicia el catálogo de la DXPC cuenta con poco más de una docena de minas catalogadas en el conjunto del Baixo Miño, varias de ellas erró-

neamente recogidas como castros o fortalezas de época Moderna[10]. En cuanto a Portugal, el IGESPAR sólo tiene registrada la explotación de Montefurado.

Para definir los procesos y el alcance de la explotación de un territorio, en relación a sus recursos auríferos, es fundamental llevar a cabo un inventariado y estudio sistemático de todas las explotaciones, como único medio que permitirá establecer medidas correctoras ante cualquier eventual futura incidencia.

Al trabajar con el patrimonio minero, es imprescindible comprender la peculiar naturaleza de estos yacimientos, que se definen como formas de explotación y transformación del territorio que marcan profundamente el paisaje. Generalmente, las explotaciones tienen un gran tamaño y son por ello más susceptibles de ser alteradas fácilmente, a menudo de forma inconsciente. Su protección, pasa por la delimitación precisa de la mina y por la adopción de formas legales de protección, pero es necesario ser conscientes de las dificultades de la conservación integral de todos los elementos mineros, que a menudo es imposible. Es por ello que tan importante como la protección y la delimitación de una zona de afección, es el análisis histórico diacrónico de la mina.

Son ciertamente muy pocas las explotaciones que presentan un estado mínimamente aceptable en el que se puedan reconocer todos sus elementos formales.

Trabajamos con estructuras que desde los años 50 han experimentado importantes alteraciones o que ya han desaparecido, y tanto desde un punto de vista patrimonial como científico nos interesa entender las explotaciones en su conjunto: aquello que se conserva y lo que sólo podemos reconstruir ya sobre el papel.

Toda estrategia de conservación y difusión del patrimonio puede quedar vacía si no se apoya en la investigación. Así, los trabajos de catalogación deben trascender la mera elaboración de una enumeración de explotaciones por medio de la realización de un estudio global que permita comprender el significado histórico del conjunto minero.

Finalmente, en la convergencia de la investigación y conservación, aparece la fundamental y necesaria difusión y puesta en valor del patrimonio como transformación del trabajo académico en forma de beneficio social. De este modo, a partir de la investigación llevada a cabo hay que incentivar la realización de actuaciones patrimoniales que faciliten la divulgación de los procesos culturales de transformación del paisaje que tienen lugar al compás de la integración del Noroeste en la estructura provincial romana. Es aconsejable en este sentido la puesta en valor de una selección de las minas que conservan la mayor parte de sus elementos y que poseen un mayor potencial didáctico para poder explicar los sistemas técnicos empleados y el proceso histórico en que se inscriben.

---

[10] En la actualidad, la minería de la parte gallega está siendo objeto de catalogación dentro de un proyecto financiado por la Xunta de Galicia y promovido por la Delegación de Cultura de Pontevedra.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Áridos do Mendo y a José Luis Fernández Piñeiro por su amabilidad y buena disposición para dejarnos consultar los informes técnicos de la explotación.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ, Y. (1993). Arqueología del paisaje: modelos de ocupación y explotación de los castros del Valle de Noceda (León). *Complutum*. 4. 265-278.

ÁLVAREZ, Y. & LÓPEZ, L. F. (1999). *La mina de As Insuas (Baiona, Pontevedra)*. Informe interno para la Delegación de Cultura de Pontevedra.

BOUZÓ, X. M. & PÉREZ PINTOS, X. (2001). Minería aurífera romana: do Miñor ó Miño. *Revista de Estudios Miñoranos*. 1. 37-50.

DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid : Publications de la Casa de Velázquez. Serie archeologie, VIII.

DOMERGUE, C. (1990). *Les mines de la Péninsule Ibérique dan l'antiquité romaine*. Roma : Collection de l'École Française de Rome, 127.

DOMERGUE, C. & HÉRAIL, G. (1978). *Mines d'or romaines d'Espagne. Le district de La Valduerna (León). Étude géomorphologique et archéologique*. Toulouse.

FERNÁNDEZ PIÑEIRO, J. L. & RUIZ MORA, J. E. (coord.) (2003). *Muestreo de sedimentos en red de drenaje (bateas). Zona puenteareas-La Cañiza-río Miño (Ourense)*. Informe inédito.

FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1988). *La Corona y el Castro de Corporales II*. Excavaciones Arqueológicas en España, 153. Madrid.

FERRER SIERRA, S. (2002). *Excavación arqueológica no castro de "A Graña". (As Neves, Pontevedra)*. Informe inédito depositado nos Servizos de Arqueoloxía da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia.

FERRER SIERRA, S. (2007). *Sondaxes arqueolóxicos valorativos na explotación romana de A Igrexa. (As Neves, Pontevedra)*. Informe inédito depositado nos Servizos de Arqueoloxía da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia.

GOMES, C. L. & GASPAR, O. C. (1992). Minerlizações filonianas associadas a cisalhamentos pós-pegmatóides do camplo aplito-pegamtítico de Arga-Minho. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. 78. 31-47.

GONZÁLEZ SOUTELO, S. (2007). *O Tui antigo: unha aproximación histórica – arqueolóxica*. Noia.

HÉRAIL, G. (1984). *Géomorphologie et gîtologie de l'or détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne*. Toulouse.

IGME (1981a). *Mapa Geológico de España, escala 1:50 000, hoja nº 299 (Tomiño)*. Madrid.

IGME (1981b). *Mapa Geológico de España, escala 1:50 000, hoja nº 299 (Puenteareas)*. Madrid.

ITGE (1989). *Investigación geológico-minera en al reserva estatal Tomiño, para Au, Nb, Ta, Sn y W*. Informe inédito.

ITGE (1993). *Exploración minera en reservas estatales (sector NO). Reserva Tomiño*. Informe inédito.

ITGE (1994). *Explotaciones mineras en reservas estatales. (Sector Noroeste). Reserva "Tomiño". Sector Valdemiñotos*. Informe inédito.

LEMOS, F. S. & MEIRELES, C. A. P. (2006). A mineração aurífera no Conventus de Bracara Augusta. In *Actas do 3º Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*. Porto. p. 169-183.

LIMA, M. F. & LEAL, C. (1998). Locais de interesse para a Arqueologia Mineira do Alto Minho (N. de Portugal) Estado actual – métodos de caracterização e estratégias de aproveitamento. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*. 23. 89-99.

LÓPEZ GONZALEZ, L. F. (1993). *Caurel – Val de Quiroga: estructura social y territorio*. Tesina inédita depositada en la UCM.

LÓPEZ GONZALEZ, L. F. (1996). *Informe arqueológico del yacimiento de O Castelo (Laias, Ourense).* Informe inédito depositado nos Servizos de Arqueoloxía da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia.

LÓPEZ GONZÁLEZ, L. F. (2006). *Prospección arqueolóxica superficial intensiva para a delimitación do xacemento GA36001037. Arbo, Pontevedra*. Memoria inédita depositado nos Servizos de Arqueoloxía da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia.

LÓPEZ JIMENO, E. (2002). *Viavibilidad técnico-económica de la explotación del yacimiento aluvial encuadrado en el P.I. "Urxeira" (Pontevedra)*. Informe técnico inédito.

MARTINS, C. M. B. (2008a). *A exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*. Cadernos de Arqueologia. Monografias. 14. Braga: Universidade do Minho.

MARTINS, C. M. B. (2008b). Dois exemplos de mineração aurífera no Convento Bracarense: Monte Furado, Vila Nova de Cerveira, e área mineira de Boticas e Montalegre. In *V Simposio internacional Minería y Metalurgia históricas en el Suroeste europeu*. León (comunicação apresentada).

MEIRELES, C. A. P. (1991). *Sintese sobre os modelos metalogénicos das ocorrências de ouro em Portugal*. Porto: Serviços Geológicos de Portugal.

NORONHA, F. & RAMOS, J. M. F. (1993). Mineralizações auriferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*. 18. 133-146.

OREJAS, A. (1996). *Estructura social y territorio. El impacto romano en la cuenca noroccidental del Duero.* Madrid: Anejos de Archivo Español de Arqueología,15.

OREJAS, A. & SASTRE, I. (1999). Fiscalité et organisation du territoire dans le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique: civitates, tribut et ager mensura comprehensus. *Dialogues d'Histoire Ancienne*. 25(1). 159-188.

PEREA, A. & SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1998). *Arqueología del oro astur*. Oviedo.

PEREIRA, E. (1992). *Carta Geológica de Portugal. Escala 1:200 000. Notícia explicativa da folha 1*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

PEREIRA, E. & MEIRELES, C. (1998). Metais preciosos em Portugal. Situação da investigação geológica e mineira. *Estudos, Notas e Trabalhos, Instituto Geológico e Mineiro*. 40. 3-34.

PÉREZ GARCÍA, L. C. (1977). *Los sedimentos auríferos del No de la Cuenca del Duero (Provincia de León, España) y su prospección*. Oviedo. Tésis Doctoral.

PÉREZ LOSADA, F. (2002). *Entre a cidade e a aldea. Estudio arqueohistórico dos "aglomerados secundarios" romanos en Galicia*. Brigantium. 13. A Coruña.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (1983). *La explotación del oro de* Asturia *y* Gallaecia *en la antigüedad*. Madrid. Tesis doctoral.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. (2000) (ed.). *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la* Asturia Augustana. León.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; OREJAS, A. (1994). La minería del oro del Noroeste peninsular. Tecnología, organización y poblamiento. In VAQUERIZO GIL, D. (coord.). *Minería y metalurgia en la España prerromana y romana*. Córdoba. p. 147-233.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J.; SASTRE, I.; ALONSO, F.; CURRÁS, B. X.; MORENO, E.; PECHARROMÁN, J. L.; REHER, G. S. & ROMERO, D. (2006). *Investigación y valoración como recurso de la Zona Minera de*

Pino del Oro (Zamora). Memoria final. (Informe presentado dentro del Programa "Hábitat Minero" de la Junta de Castilla y León, nº expt.: ZA/005/06).

URBANO, R. (1994). *Exploración minera en Reservas Estatales (Sector Noroeste). Reserva "Tomiño" (Sector Valdemiñotos).* IGME, infórme inédito nº 11388.

URBANO, R. (1998). Yacimientos de oro intragraníticos en el NO del macizo ibérico. *Boletín Geológico y Minero*. 109(5-6). 49-58.

URBANO, R.; TOYOS, J. M. & ASENSIO, B. (1992). Mineralizaciones auríferas filonianas en el área de Tomiño (Pontevedra). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*. 17. 341-348.

URBANO, R.; TOYOS, J. M. & RAMÍREZ DE MORA, F. (1993). *Exploración minera en Reservas Estatales (Sector Noroeste). Reserva "Tomiño".* IGME, infórme inédito nº 11332.

TEIXEIRA, C. (1946). Os terraços da parte portuguesa do rio Minho. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. 33. 221-245.

TORRES BRAVO, C. (1994). *Informe valorativo das intervencións arqueológicas realizadas no lugar de As Covas. Ponteareas. Pontevedra*. Informe inédito depositado nos Servizos de Arqueoloxía da Dirección Xeral de Patrimonio da Xunta de Galicia.

TOYOS, J. M. (2003). Litoestratigrafía de la banda esquistosa de Monteferro-El Rosal (Macizo Ibérico, provincia de Pontevedra. *Rev. Soc. Geol. España.* 16(3-4). 213-226.

ZBYSZEWSKI, G. & FERREIRA, O. V. (1955). Sur une plaque anthropomorphe en cuivre trouvée dans la mine d'étain de Folgadoura. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. 36. 49-50.

Resumen Se presentan los primeros resultados del análisis sistemático de las explotaciones mineras de época romana del Baixo Miño. El área de estudio se ha revelado como un importante conjunto minero equiparable a otras zonas mineras del Noroeste. En este trabajo llevamos a cabo una descripción de carácter general de las labores mineras, centrándonos a modo de ejemplo en el caso concreto de la mina de A Lagoa (Arbo). Por último, planteamos una aproximación al significado de la implantación de las explotaciones mineras en el contexto de la organización provincial romana, y a su impacto sobre las estructuras sociales indígenas y sobre las formas de poblamiento.

Palabras clave: Minería romana, Galicia, Portugal, Río Miño, Poblamiento, Estructura social.

Abstract Here we present the initial results of the systematic analysis of Roman mining exploitations in the Lower Miño valley. This study area has turned out to be an important mining region in tune with other areas of the Iberian Northwest. This article contains a first general description of mining activity, with special attention being paid to the A Lagoa (Arbo) mine. Finally, an initial approach is suggested to the significance of the implantation of mining exploitation in the context of Roman provincial organization, and its impact on the indigenous social structures and settlement patterns.

Keywords: Roman mining, Galicia, Portugal, Miño river, Settlement patterns, Social structure.

PAISAGEM, POVOAMENTO E MINERAÇÃO ANTIGAS NO VALE ALTO DO RIO TERVA, BOTICAS

LUÍS FONTES[1]
MAFALDA ALVES[2]
CARLA MARIA BRAZ MARTINS[3]
BRUNO DELFIM[4]
EURICO LOUREIRO[5]

1. O PROJECTO "CONSERVAÇÃO, ESTUDO, VALORIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DO COMPLEXO MINEIRO ANTIGO DO VALE SUPERIOR DO RIO TERVA, BOTICAS"

O projecto de *Conservação, Estudo, Valorização e Divulgação do Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva, Boticas*, institucionalmente enquadrado por protocolo celebrado entre o Município de Boticas e a Universidade do Minho, tem por base um programa elaborado pela Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho em 2006 (Fontes 2006).

A metodologia de elaboração do programa contemplou a caracterização sucinta dos bens patrimoniais da área do projecto, uma breve análise comparativa de sítios ou conjuntos patrimoniais similares, a identificação das potencialidades, hierarquização de sítios/monumentos e definição de opções de valorização e respectivas propostas de actuação, numa perspectiva de intervenção integrada e pluridisciplinar.

---

[1] Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho. Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. lfontes@uaum.uminho.pt

[2] Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho.

[3] Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. Bolseira de Pós-Doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Colaboradora externa da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[4] Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho.

[5] Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho.

O referido programa, que desde então tem vindo a ser implementado pelo Município de Boticas, assenta na consideração de que o complexo de mineração antiga do vale superior do rio Terva, composto pelas zonas de extracção das Batocas, Poço das Freitas e Brejo, e pelos povoados associados das Batocas, do Carregal e do Brejo, constitui um valor patrimonial de superior interesse científico, histórico e cultural.

Efectivamente, o chamado *Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva* (Boticas, Vila Real), possui características únicas de autenticidade, originalidade e monumentalidade, afirmando-se, quer pela tipologia da exploração, quer pela amplitude, quer ainda pela qualidade da sua envolvente paisagística, como um dos mais importantes complexos mineiros antigos do Norte de Portugal, encontrando-se actualmente em processo de classificação como Monumento Nacional, conforme despacho de 20 de Dezembro de 2010 do Director do IGESPAR, I.P., Gonçalo Couceiro (Despacho n.º 19338/2010, *Diário da República, 2.ª série — N.º 252 — 30 de Dezembro de 2010*).

Por outro lado, o *Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva*, para além dos vestígios relacionados com a actividade mineira romana propriamente dita, correlaciona-se com um mais vasto conjunto de recursos patrimoniais arqueológicos, a que deve acrescentar-se ainda os recursos paisagísticos e arquitectónicos e os valores etnográficos.

De facto, na área de enquadramento do projecto, que se estende por cerca de 56 km^2 (freguesias de Ardãos, Bobadela e Sapiãos), identifica-se um notável conjunto de povoados fortificados proto-históricos e um denso conjunto de sítios e achados de época romana, medieval e moderna, composto por povoados, troços de rede viária, epígrafes e zonas de exploração mineira antiga (Fontes & Andrade 2010).

E a população residente, que se distribui por cinco aldeias implantadas nas bordaduras do vale (Ardãos, Bobadela, Nogueira, Sapelos e Sapiãos), conserva ainda práticas de organização social tradicionais de grande riqueza antropológica, desenvolvendo uma economia de base agro-pastoril, ordenando uma paisagem dominada pelas manchas agrícolas que se estendem em torno dos aglomerados e que se dispersam pelo vale, competindo com as manchas de matos e de pequenos bosques.

Assim, considerou-se imprescindível, no âmbito do desenvolvimento do supracitado programa de *Conservação, Estudo, Valorização e Divulgação do Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva, Boticas*, realizar um conjunto de trabalhos arqueológicos preliminares, com o objectivo principal de criar uma base sólida de conhecimento científico, que servisse de referência ao desenvolvimento futuro de projectos de investigação, conservação, valorização e divulgação.

2. CONTEXTO ARQUEOLÓGICO DO VALE SUPERIOR DO RIO TERVA, BOTICAS

O rio Terva é um afluente da margem direita do rio Tâmega, correndo de Norte para Sul. Nos 8 quilómetros iniciais do seu traçado é delimitado a nascente pela Serra da Pastoria e a poente pela Serra do Leiranco, relevos que se juntam a Norte, em Ardãos/Seara Velha, formando a cabeceira onde o rio Terva tem as suas origens, a partir de inúmeras linhas de água, como a Ribeira do Calvão, a Ribeira da Sangrinheira e a Corga do Vidoeiro que drenam as encostas até se juntarem na zona de Sapelos.

É este troço inicial do rio Terva que neste texto se designa como vale superior, configurando aqui um amplo alvéolo aplanado, pontuado por inúmeras colinas e outeiros, onde afloram as massas graníticas modeladas pelos movimentos tardi-hercínicos, apresentando muitas dessas massas graníticas veios ou filões quartzíferos que incorporam mineralizações auríferas correspondentes a jazidas primárias (Martins 2008a, p. 46).

O povoamento Humano actual concentra-se em cinco núcleos (Ardãos, Bobadela, Nogueira, Sapelos e Sapiãos), implantados nas bordaduras do vale, associando-se a manchas agrícolas que se desenvolvem exclusivamente em torno dos aglomerados. A maior parte do vale é ocupada por área matagosa e de pequenos bosques, entre os quais se dispersam diminutos campos-lameiros para forragens.

Aqui se localiza um notável conjunto de povoados fortificados proto-históricos e um denso conjunto de sítios e achados de época romana, medieval e moderna, composto por povoados, troços de rede viária, epígrafes e zonas de exploração mineira, num total de 36 referências arqueológicas (Fig. 1).

A especial concentração de sítios arqueológicos de povoamento proto-histórico, no vale superior do rio Terva (Fig. 2 A), testemunha uma ocupação antiga deste território, a qual se relacionará tanto com as favoráveis condições fito-edafo-climáticas aí existentes como, sobretudo, com a existência de filões auríferos e estanhíferos, o que significa que se poderá estar perante um conjunto de povoados 'castrejos' especializados em mineração e na actividade metalúrgica associada (Fontes & Andrade 2005).

O reconhecido interesse dos romanos pelos recursos mineiros do vale superior do rio Terva explica também a predominância dos assentamentos desta época, com particular destaque para os povoados implantados sobre as duas principais zonas de exploração: o povoado das Batocas junto às minas do mesmo nome e o povoado do Carregal junto às minas do Poço das Freitas, configurando-se como verdadeiros 'povoados mineiros'. Nestes povoados ou nas suas proximidades recolheram-se materiais de época romana que comprovam a sua ocupação desde o século I (árula,

SARRAQUINHOS
ARDÃOS
SEARA VELHA
NOGUEIRA
BOBADELA
SAPIÃOS
GRANJA
BOTICAS
24
84
+83
86
23
81
70
22
87
26
11
30
25
55
76
78
88
18
17
68
74
72
82
75
15
2
16
16
1
27
28
+77
79
38
62
19
13
12
14
21
20
29
Legenda
ACHADO ISOLADO - IDADE DO BRONZE
ARTE RUPESTRE
MINERAÇÃO
EPIGRAFIA ROMANA
POVOAMENTO - IDADE DO FERRO
POVOAMENTO - IDADE MÉDIA
NECRÓPOLE MEDIEVAL
POVOAMENTO - ROMANO
POVOAMENTO - ROMANO/ MEDIEVAL
POVOAMENTO - POV. MINEIRO ROMANO
MILIÁRIO ROMANO
DELIMITAÇÃO DO TERRITÓRIO
MINERAÇÃO
MINERAÇÃO - ESCOMBREIRAS
POVOAMENTO - CALCOLÍTICO
POVOAMENTO - ROMANO
REDE VIÁRIA
REDE VIÁRIA - ROMANA
SISTEMA HIDRÁULICO - AQUEDUTO
SISTEMA HIDRÁULICO - PRADOS DE LIMA
Via XVII
Via Romana Ardãos - Srª dos milagres
Área de Estudo
Fig.
UAUM
2011

lucerna, *sigillata*), bem como a sua vinculação à actividade mineira (mós, pilões e trituradores) (Martins 1992, p. 82-85; Martins 2008a, catálogo p. 146-147).

A existência de duas aras dedicadas a Júpiter, em Bobadela e Sapelos, a conservação do traçado da importante via militar romana que ligava *Bracara* a *Asturica* por *Aquae Flaviae*, que atravessa Ardãos, e ainda o facto de alguns 'castros' apresentarem indícios de romanização, constituem igualmente testemunhos significativos de ocupação durante o domínio romano, a qual se compreende melhor no quadro de uma intensa actividade mineira (Fontes & Andrade 2005, p. 22).

Isso mesmo exige as amplas zonas de exploração identificadas nas Batocas, nos Poços das Freitas e no Brejo, para além de outras de menor dimensão no Alto do Picão, onde se identificam grandes 'cortas' de desmonte a céu aberto, inúmeras bocas de galerias, poços, diques e canais, apresentando-se a paisagem profusamente recortada por trincheiras de amplitude variável, entre as quais se observam pirâmides e agulhas graníticas residuais, assim como lagoas onde se desenvolveu uma cobertura vegetal climácica, dominada por bosques de carvalhos.

Provavelmente abandonadas no decurso da Alta Idade Média, no que respeita à sua exploração sistemática e permanente, estas antigas zonas de exploração mineira já aparecem referenciadas no século XVIII como testemunhos de mineração antiga, atribuindo-se a sua actividade quer aos 'Mouros' quer aos 'Romanos' - nas 'Memórias Paroquiais' de 1758, relativas a Ardãos, escreveu o padre Miguel Alvares que "(…) *Há também humas concavidades que são em dois sítios, hum se chama as Batocas e outro as Freitas, que dizem serem antigamente minas dos Mouros.* (…)"; já o padre António Alvares Monteiro, de Bobadela, registou que "(…) *onde se chamam as Freitas há huã lagua e [casas] ao pé della, que dizem foram minas que os Romanos tirarão dellas ouro ou prata.* (…)" (Capela *et al.* 2006, p. 168 e 175).

Figura 1. Carta Arqueológica do Vale Superior do Rio Terva: 1 – Povoado do Carregal; 2 – Povoado da Sr.ª das Neves; 11 – Castro do Brejo; 12 – Sepulturas de Pássaros; 13 – Povoado do cemitério de Sapiãos; 14 – Sarcófago de Seixas; 15 – Povoado do Alto da Ribeira; 16 – Minas do Poço das Freitas; 17 – Minas das Batocas; 18 – Castro do Muro de Cunhas; 19 – Castro do Muro ou Casas dos Mouros; 20 – Minas de Sapelos; 21 – Castro de Sapelos; 22 – Castro de Nogueira; 23 – Castro da Malhó; 24 – Castro da Murada da Gorda; 25 – Capela de S. Lourenço; 26 – Gravuras de Barrenhas; 27 – Castro do Muro ou da Cerca de Sapelos; 28 – Padrão/ Lapavale; 29 – Castro do Cabeço; 30 – Minas do Brejo; 38 – Ara de Sapelos; 55 – Necrópole do Lageado/ Casa dos Arcos; 62 – Folgueira; 70 – Via Bobadela/ Arcos; 72 – Aqueduto (?) do Alto da Abobeleira; 74 – Escombreiras do Alto da Abobeleira; 75 – Povoado do Alto da Abobeleira; 76 – Escombreiras de Bobadela; 77 – Marco de Sapelos; 78 – Povoado de Fragas do Pintassilgo; 79 – Povoado da Portela de Sapelos; 80 – Aqueduto; 81 – Minas das Fragas da Contenda; 82 – Via entre o Alto da Abobeleira e o Poço das Freitas; 83 – Marco; 84 – Levada da Fonte do Seixo; 86 – Minas da Malhó; 87 – Minas do Alto do Picão; 88 – Minas do Fragão do Fojo.

Mas a sua exploração esporádica terá sido recorrente, como parece denunciar a concessão de exploração das 'minas das Freitas' feita a Manoel Machado de Azevedo, senhor de Entre-Homem-e-Cávado, em 1638 e pelo prazo de cinco anos, conforme relata Contador de Argote no seu *Livro III.Cap.V. 499* (Argote 1732-1747).

3. AS ZONAS DE EXPLORAÇÃO MINEIRA ANTIGA DAS BATOCAS, DO POÇO DAS FREITAS/LIMARINHO E DO BREJO

Trabalhos de verificação e prospecção, efectuados em 2004 e 2005 no âmbito da revisão do Plano Director Municipal de Boticas, permitiram delimitar melhor a extensão e caracterizar com mais detalhe as zonas de antiga exploração mineira em Batocas, Poços das Freitas/Limarinho e Brejo, bem como identificar povoados antigos correlacionados (Fig. 2 E e F, Fig. 5 C). Apresenta-se a seguir uma descrição sintética destes sítios arqueológicos, complementada com fotografias e localização em cartografia à escala 1:25 000.

3.1. Minas das Batocas

Numa lomba ou outeiro aplanado, entre as ribeiras de Ardãos e de Sangrinheira, actualmente recoberta por um denso bosque de carvalhos, identificam-se inúmeras trincheiras, de dimensões variáveis e dispersas por uma área aproximada de 15 hectares (Fig. 3).

Trata-se de explorações antigas de jazigos auríferos primários, que ocorrem em filões quartzíferos nos afloramentos graníticos, os quais foram desmontados a céu aberto, dando origem às trincheiras e cortas que se desenvolvem predominantemente no sentido SO-NE.

A densa vegetação arbustiva impossibilita observar as trincheiras com detalhe, sendo de admitir a existência de galerias e de poços.

Ainda dentro do perímetro da área de exploração, na sua bordadura Sudeste, numa zona aplanada sobranceira à ribeira da Sangrinheira, dispersos por uma área aproximada de 2 000 m^2 observam-se vestígios de ruínas de paredes de blocos graníticos afeiçoados, com alguns fragmentos de tegulae, que se interpretam como habitações arruinadas, actualmente recobertas com terra e vegetação e que corresponderiam ao 'povoado mineiro' que organizaria a exploração das Batocas. Deste local, João Baptista Martins (1992) refere ter recolhido fragmentos de mó, de pilão manual, de escória e ainda uma arula em granito, aparentemente anepígrafa.

As sondagens arqueológicas realizadas em 2010, no Povoado de Batocas/Lamas da Cidade (Fig. 2 C), confirmaram a existência de um importante complexo edi-

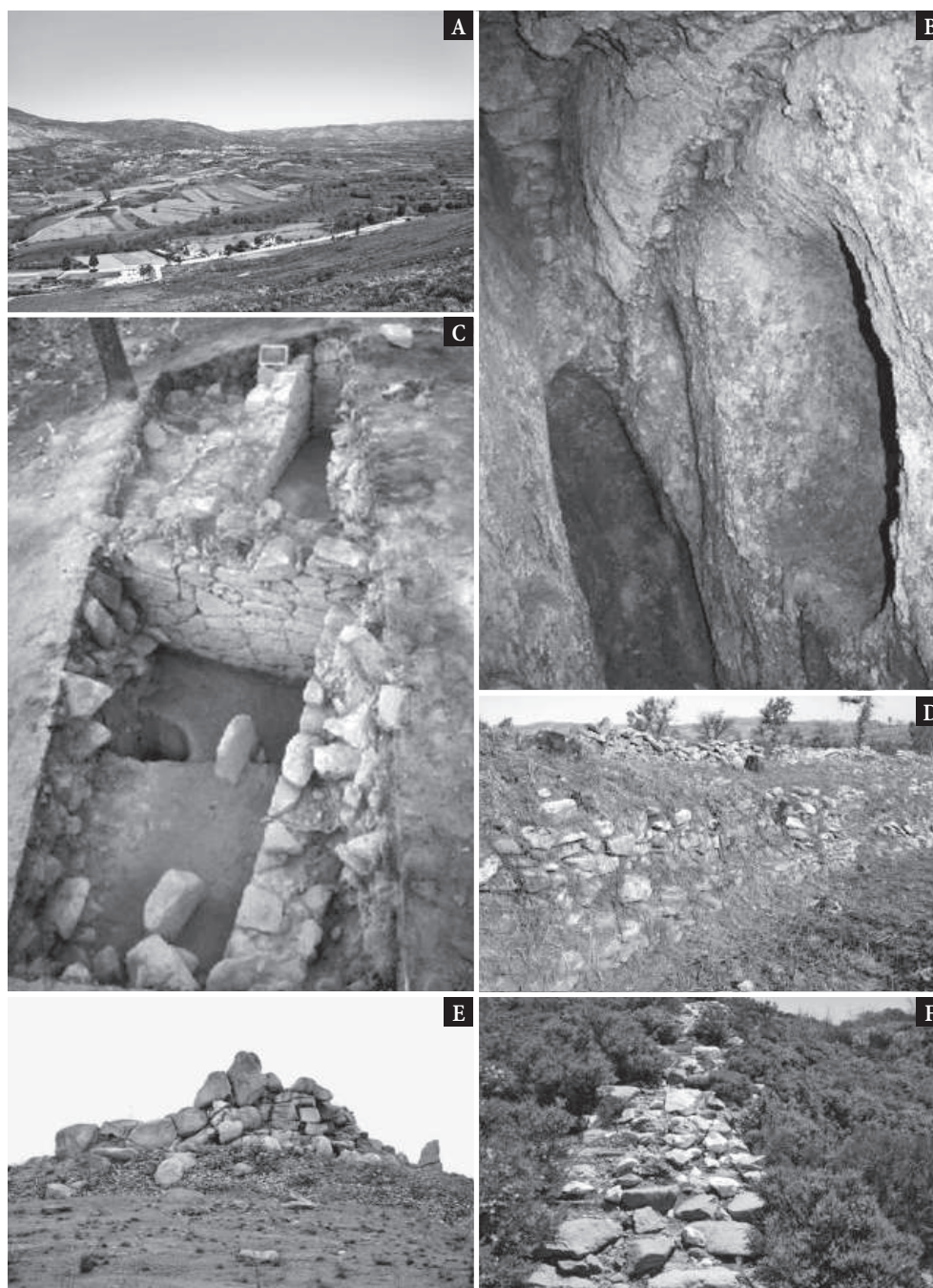



Figura 2. A – Vale Superior do Terva, visto de Sapelos; B – Galeria no Poço das Freitas; C – Sondagem arqueológica no Povoado das Batocas; D – Aqueduto do Alto da Abobeleira; E – Castro de Nogueira; F – Muralha do Castro de Sapelos.

Figura 3. A – Vista aérea das Minas das Batocas; B – Galeria nas Minas das Batocas.

ficado, inequivocamente associado à exploração mineira em época romana, com vestígios evidentes da fundição de ouro. Neste sentido, foram realizadas análises para identificação dos elementos químicos dominantes em dois fragmentos cerâmicos exumados pertencentes ao revestimento de um forno de fundição, através do método de fluorescência de raios X (XRF), e levadas a cabo na Contrastaria do Porto, tendo sido utilizado o Spectro X-Test com uma profundidade de campo de 3 µm (Tabela 1):

Tabela 1. Síntese das análises efectuadas a dois fragmentos cerâmicos de revestimento de forno

Designação	Identificação	Descrição	Posição	Composição química
amostra 1	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Au 72,49%, Ag 27,51%
amostra 1.1	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Pb 70,56%, Bi 6,39%, Fe 5,11%, K 17,93%
amostra 1.2	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Pb 67,35%, Bi 7,04%, Fe 3,80%, K 21,81%
amostra 1.3	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Au 72,85%, Ag 27,15%
amostra 1.4	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Pb 77,96%, Bi 16,64%, Fe 3,22%, Ag 2,18%
amostra 1.5	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	lado	Pb 43,08%, Bi 10,14%, Fe 15,54%, K 31,24%
amostra 1.6	S2 UE 024 nº op 9	cerâmica revestimento forno	cima	Pb 29,55%, Fe 26,86%, Bi 5,24%, K 31,52%, Ba 6,83%
amostra 2	S2 UE 027 nº op 14	cerâmica revestimento forno	frag. Peq	Au 55,60%, Pb 21,01%, Ag 6,22%, Fe 7,69%, K 9,48%

Designação	Identificação	Descrição	Posição	Composição química
amostra 2.1	S2 UE 027 nº op 14	cerâmica revestimento forno	frag. Peq	Pb 71,28%, Fe 8,21%, Au 2,94%, Ag 2,28%, K 13,96%, Mn 1,33%
amostra 3	S2 UE 027 nº op 14	cerâmica revestimento forno	frag. Gd	Au 59,69%, Ag 40,09%, Sn -0,31%, Pb 0,54%
amostra 3.1	S2 UE 027 nº op 14	cerâmica revestimento forno	frag. Gd	Au 71,19%, Ag 27,75%, Fe 1,06%
amostra 3.2	S2 UE 027 nº op 14	cerâmica revestimento forno	frag. Gd	Fe 25,09%, Pb 13,71%, Mn 21,90%, Ag 10,97%, Bi 3,33%, Ca 4,91%, Te 4,00%, K 11,92%, I 4,18%
amostra 17	S2 UE 032 nº saco 98	cerâmica revestimento forno		Fe 58,57%, Pb 8,39%, Mn 6,51%, K 26,53%
amostra 17.1	S2 UE 032 nº saco 98	cerâmica revestimento forno		Fe 56,53%, Mn 9,03%, Ba 5,23%, Ti -0,15%, Cs 3,94%, Zr 3,41%, K 17,90%, Pb 4,11%
amostra 17.2	S2 UE 032 nº saco 98	cerâmica revestimento forno		Fe 73,88%, Ti 0,71%, Ba 8,32%, K 17,09%

A observação da composição química revela, nos pingos existentes, uma liga natural de ouro e prata – *electrum* (Ag > 20%), com teores de Au compreendidos entre os 71,28% e 72,85%, e os de Ag entre os 27,15% e 27,75%. Revestindo uma parte da argila refractária e incluindo também os pingos, o chumbo é uma presença notória, com valores que chegam a atingir os 78%, fruto do processo metalúrgico de copelação.

Os resultados desta intervenção reafirmam e sublinham a existência, em época romana, de uma matriz de povoamento vocacionada para a exploração intensiva do ouro em vários pontos do vale superior do Rio Terva.

O conjunto dos dados agora conhecidos, decorrentes dos resultados da intervenção arqueológica no povoado, com materiais de tipologia romana, a par da própria tipologia da exploração (trincheira a céu aberto), permite considerar que as minas de Batocas estiveram activas durante o período de domínio romano, entre os séculos I-IV.

3.2. Minas dos Poços das Freitas/Limarinho

Na colina aplanada que se alonga entre os Ribeiros do Calvão e do Vidoeiro, numa área aproximada de 70 hectares, identificam-se grandes trincheiras, rasgadas preferencialmente no sentido N-S, que recortam profusamente o relevo e que se

apresentam recobertas por bosques de carvalhos (Fig. 4). Entre as trincheiras ou cortas de maior dimensão observam-se pirâmides ou agulhas residuais dos afloramentos graníticos. Em algumas cortas de grande dimensão, que desenham plantas sub-circulares, formaram-se lagoas, retidas por diques artificiais, sendo a maior conhecida por Poço das Freitas. Nos taludes laterais das trincheiras observam-se muitas entradas de galerias (Fig. 2 B), de secção em arco peraltado ou ligeiramente tronco-cónico. Existem também poços verticais, de secção quadrada. Na bordadura exterior da colina reconhecem-se depósitos antigos de inertes, que corresponderão às escombreiras relacionadas com a exploração das minas.

Figura 4. A – Vista aérea do Poço das Freitas/ Limarinho; B – Lagoa do Limarinho.

Trata-se de explorações antigas de jazigos auríferos primários, que ocorrem em filões quartzíferos nos afloramentos graníticos, os quais foram desmontados a céu aberto, dando origem às trincheiras e cortas, que se rasgaram preferencialmente no sentido N-S (Fig. 5 A e B).

Na zona meridional do complexo de exploração, no sítio chamado Carregal, identificam-se alinhamentos de pedras afeiçoadas correspondentes a paredes arruinadas e fragmentos de *tegulae* dispersos, que corresponderão a um 'povoado mineiro'.

Este povoado, cujos vestígios construtivos se inscrevem nas tipologias romanas, é concordante com a referência a materiais romanos dados como provenientes das Freitas (Martins 2008a) e em conjunto com as características da exploração (trincheiras a céu aberto e galerias, configurando a modalidade r*uina montium*), permite atribuir às minas dos Poços das Freitas/Limarinho uma cronologia em torno dos séculos I-IV, portanto ao período de domínio romano. A referência a cerâmicas indígenas permite ponderar a atribuição de uma cronologia mais recuada,

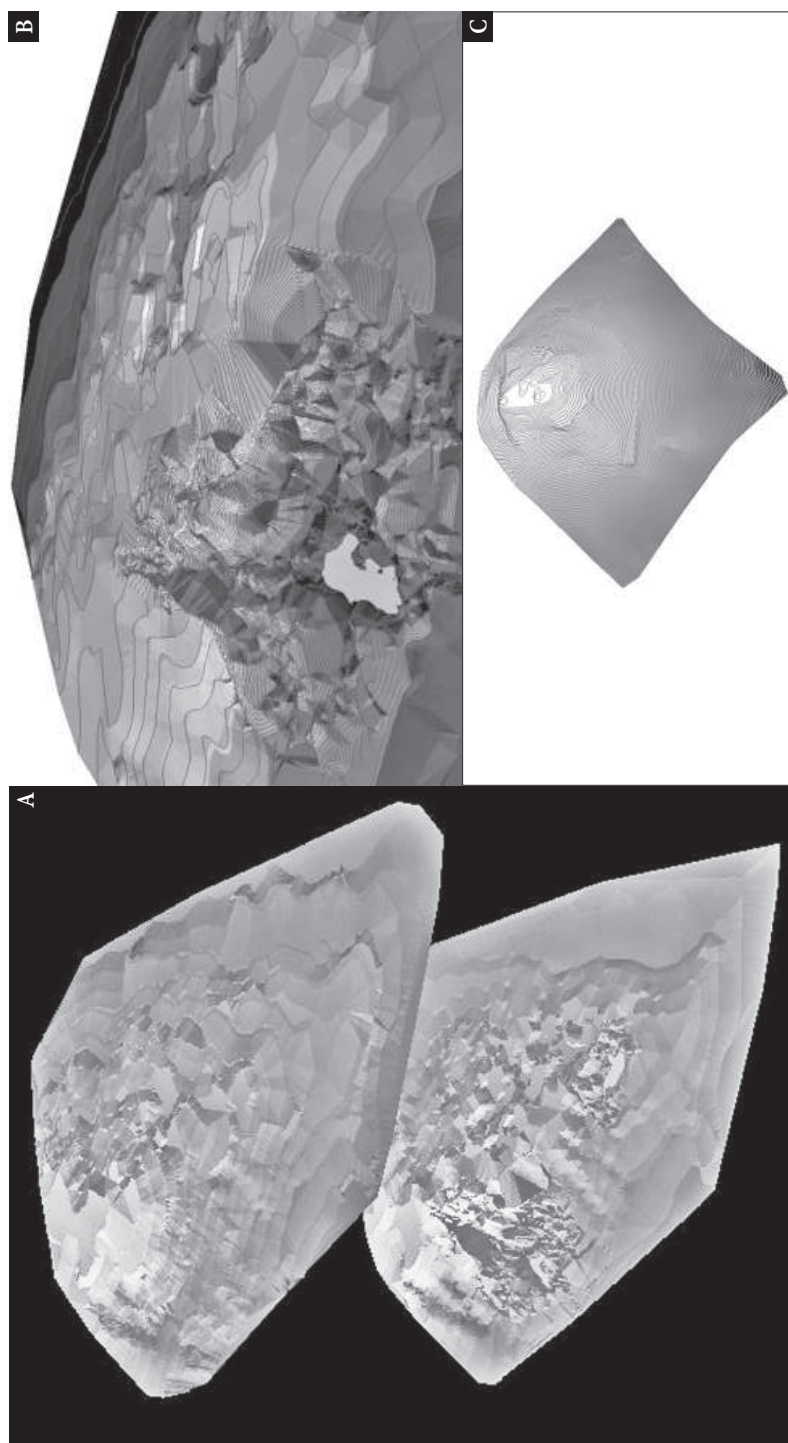



Figura 5. A – Restituição topográfica do Poço das Freitas / Limarinho; B – Levantamento topográfico do Limarinho; C – Levantamento topográfico do Castro de Nogueira.

do período pré-domínio romano, associando-se portanto a exploração à ocupação dos 'castros' próximos.

3.3. Minas do Brejo

No sopé NE do relevo chamado Outeiro Gordo, no alvéolo onde nascem as linhas de água que vão formar o Ribeiro do Brejo, numa área aproximada de 12 hectares, que vai desde as proximidades da aldeia de Bobadela até perto do Castro do Brejo, estendendo-se até ao Ribeiro do Brejo e chegando mesmo a passar para nascente da estrada que liga a Nogueira, identificam-se inúmeras trincheiras e cortas de desmonte a céu aberto, com orientações, comprimentos e larguras diversas. Junto ao estradão florestal encontra-se uma ampla 'corta' cheia de água, conhecida como Lagoa do Brejo (Fig. 6).

Junto aos moinhos existentes nas proximidades da lagoa identifica-se um grande muro, com mais de 1 metro de largura e que se alonga até ao canal que actualmente serve os moinhos, admitindo-se que possa corresponder a uma antiga estrutura de adução de água relacionada com a exploração mineira. Num talude lateral de uma corta observou-se uma cavidade que poderá corresponder aos restos de uma galeria, sendo de admitir a existência de outras galerias e poços, o que a actual densa vegetação arbustiva impede verificar.

Tal como nas Batocas e nos Poços das Freitas/Limarinho, trata-se de explorações antigas de jazigos auríferos primários, que ocorrem em filões quartzíferos nos afloramentos graníticos, os quais foram desmontados a céu aberto, dando origem às trincheiras e cortas, que se rasgaram preferencialmente no sentido SO-NE, S-N e E-O.

Já fora da zona de exploração, mas na sua área directa de influência, no extremo Oeste, localiza-se o povoado fortificado do Brejo (coordenadas UTM do ponto central: Long. 617,23; Lat. 4621,73; Alt. 660). Alcandorado no topo de um esporão do

Figura 6. A – Vista aérea das Minas do Brejo; B – Lagoa do Brejo.

Outeiro Gordo, dominando todo o alvéolo entre Nogueira e Bobadela e sobranceiro à área de exploração mineira do Brejo, este sítio arqueológico poderá corresponder a um 'povoado mineiro castrejo' – delimitado por uma única muralha circundante, que abarca menos de 1 hectare, já muito arruinada, terá conhecido uma ocupação cronologicamente alargada, entre a Idade do Bronze e a época romana, como evidenciam os materiais aí recolhidos (cerâmica manual, machados de bronze, um deles de dupla aselha, cerâmica micácea, moedas e *tegulae*).

4. PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO DO PROJECTO

Na sequência da Conferência do Rio (ECO 92), na qual se fixou o programa da Agenda 21, que incluía um capítulo XIII dedicado ao "Desenvolvimento sustentável das montanhas", a Organização das Nações Unidas conferiu ao tema uma importância fundamental no debate mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Na Europa, entende-se que as "(…) mountain landscapes are cultural landscapes reflecting long-term interactions of human beings with biophysical systems. Europe's mountains are of vital importance to the continent's population in four main ways: 1) as 'water towers' supplying much of the continent's water, especially in summer, and as sources of hydroelectric power; 2) as centres of diversity, both biological and cultural; 3) for providing opportunities for recreation and tourism, based on natural attributes and cultural heritage; and 4) because of their sensitivity to environmental change, as manifest in the melting of glaciers.(…)" (European Commission contract No 2002.CE.16.0.AT.136., Nordregio, the Nordic Centre for Spatial Development, 2004).

Acompanhando estas preocupações, tem vindo a promover-se um maior conhecimento dos sistemas montanhosos, identificando-se já uma área de pesquisa centrada no estudo das paisagens culturais de montanha, reflectindo os progressos feitos no desenvolvimento das orientações consagradas na Convenção Europeia da Paisagem (*European Landscape Convention* / 2000 - European Treaty Series - N.º 176), bem como a emergência da *Paisagem Cultural* como categoria patrimonial, ao abrigo da Convenção Mundial do Património (*World Heritage Convention* - 1972) e que a legislação portuguesa também já consagra, ainda que indirectamente (Lei n.º 107/01, de 8 de Setembro, Artigos 2.º e 14.º).

Paisagens culturais que importa conservar, conhecer e valorizar, pois oferecem a base do *pool* genético que poderá servir as gerações futuras. De facto, as paisagens culturais constituem-se como expressão da cultura, identidade e crenças da população que nelas vive e são a base da sobrevivência a longo prazo, fomentando o desenvolvimento integrado e sustentável da região em que se inscrevem.

Tomou-se especialmente consciência que as montanhas, que têm sido, desde há milénios, fonte de recursos tão valiosos como a água, a energia e a biodiversidade, bem como centros de cultura e de lazer, são hoje uma das áreas mais frágeis do planeta, tendo-se transformado em zonas marginais, económica e ambientalmente degradadas.

A correcção desta tendência negativa exige, na perspectiva do desenvolvimento sustentável, uma abordagem específica, holística e participativa, que contemple as particularidades de cada área montanhosa, assente no conhecimento interdisciplinar e que assegure os interesses das suas populações.

Neste sentido, importa assinalar o contributo que a arqueologia tem dado para o aumento desse conhecimento, precisamente por via da arqueologia da paisagem. Uma das principais consequências dos estudos arqueológicos foi a conclusão de que, ao contrário da percepção anteriormente frequente, que considerava as montanhas como espaços naturais imutáveis, onde a acção do ser humano seria marginal, as áreas montanhosas são modeladas pela acção humana desde há, pelo menos, 8 000 anos, sendo hoje apreendidas como verdadeiras paisagens culturais (Fontes 2010).

É hoje generalizadamente reconhecido que a arqueologia desempenha um papel fundamental no processo de pensar os territórios e portanto as paisagens, pois os estudos arqueológicos proporcionam um conhecimento histórico acrescentado que contribui, enquanto investigação aplicada, para suscitar o desenvolvimento de acções ou projectos de intervenção mais ricos, integradores das populações, regeneradores dos espaços e dinamizadores das actividades económicas e culturais. De acções e projectos que proporcionem, em suma, uma vida melhor às populações.

Porque o conhecimento arqueológico e histórico, ao permitir o entendimento do real de uma determinada maneira, também proporciona instrumentos para o auto-conhecimento das comunidades, permitindo-lhe agir sobre esse real.

No âmbito das suas competências, a Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho tendo vindo a realizar, desde há mais de duas décadas, várias intervenções arqueológicas no concelho de Boticas, em especial na área do vale superior do Rio Terva, tendo assumido a responsabilidade de estudar os seus resultados, propor a conservação de sítios arqueológicos de relevância patrimonial, contribuir para a sua valorização e promover a divulgação nacional e internacional do conhecimento obtido.

O Vale Superior do Rio Terva é revelador das dinâmicas de interacção entre Ser Humano e Natureza, que foram conformando o que vemos e entendemos hoje como um valor patrimonial singular, único e portador de múltiplos sinais, que contam a história da ocupação humana nesta região do Barroso.

Fazendo uma breve leitura da paisagem do vale superior do Rio Terva, parece ganhar significado o distinto aproveitamento que as comunidades fizeram, ao longo de várias épocas, dos recursos naturais do vale, evidenciando-se duas orientações básicas: até ao fim do domínio romano, parece ter dominado a exploração dos recursos minerais; a partir da Idade Média, a exploração dos recursos agro-pastoris parece ter constituído a orientação estruturante do povoamento.

O vale superior do Rio Terva apresenta, assim, um interessante quadro evolutivo de ocupação, configurando-se, com os abundantes testemunhos arqueológicos identificados, como um verdadeiro palimpsesto, através do qual se poderá, com o desenvolvimento das investigações, vislumbrar as diversas paisagens que abrigou.

O vale superior do Rio Terva constitui, efectivamente, um extraordinário testemunho da complexidade e da dinâmica de conformação das paisagens, cuja compreensão exige uma abordagem detalhada e multi-escala.

Entendemos ser fundamental a existência de um conjunto coordenado de projectos de investigação, multi-disciplinares, que nos permitam compreender os vários aspectos da formação desta paisagem e das dinâmicas que a ela subjazem, relativos não só às modalidades de exploração dos recursos pelas várias comunidades que aqui habitaram, como também ao impacto ambiental dessa ocupação, na longa duração.

Efectivamente, o capital de conhecimento adquirido, a par da reconhecida importância dos valores patrimoniais do vale superior do Rio Terva, alguns dos quais classificados ou em vias de classificação, justifica um esforço de convergência de interesses e de acções, no sentido de garantir uma valorização sustentada e uma gestão integrada do valioso património identificado, tendo em vista promover a sua difusão alargada, a criação de serviços, o aumento da oferta cultural de Boticas e a internacionalização da história milenar e da identidade do seu território.

Assim e ao abrigo do protocolo existente entre o Município de Boticas e a Universidade do Minho, pretende-se reforçar as bases da cooperação entre as duas instituições, no âmbito do desenvolvimento de um ambicioso projecto cultural que tem em vista a criação do Parque Arqueológico do Vale do Terva.

Neste sentido, o MB e a UM convergem no interesse mútuo de promover a criação do Parque Arqueológico do Vale do Terva (PAVT), o qual se entende como um projecto cultural de interesse estratégico para Boticas, para a região e para o País, através do qual se assegure o estudo, protecção, valorização e difusão alargada do seu valioso património Histórico e Arqueológico, pretendendo-se que o mesmo se constitua como um agente de desenvolvimento sustentável do território e da região, quer em termos de conhecimento, quer em termos económicos e de promoção turística nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

ARGOTE, F. J. C. (1732-1747). *Memórias para a história ecclesiástica do Arcebispado de Braga.* Lisboa. 4 vols.

ARMESTO PEÑA, J. L. (2002). *Metodología para la transformación de labores mineras en parques temáticos.* Vigo: Universidad de Vigo / E.T.S. Ingenieros de Minas. Proyecto fin de carrera.

CAPELA, J. V.; BORRALHEIRO, R. & MATOS, H. (2006). *As Freguesias do Distrito de Vila Real nas 'Memórias Paroquiais' de 1758.* Braga. p. 168 e 175.

DOMERGUE, C. (1990). *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité Romaine.* Rome: École Française de Rome.

FONTES, L. (2006). *Proposta de Programa para a Conservação, Estudo, Valorização e Divulgação do Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva, Boticas.* Braga: Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho. Relatório interno.

FONTES, L. (2010). Mountain landscapes and landscape archaeology in northwest Portugal. In *Living Landscape. The European Landscape Convention in research perspective*. 1. Papers. Firenze: Bandecchi e Vivaldi. p. 204-226.

FONTES, L. & ANDRADE, F. (2010). *Revisão do Inventário Arqueológico do Concelho de Boticas. Relatório Final.* Trabalhos Arqueológicos da U.A.U.M. / MEMÓRIAS, n.º 8. Braga: Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho. https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/11043

JÚNIOR, A. M.; SANTOS, J. N. & JÚNIOR, J. R. S. (1986). Castros do Concelho de Boticas – II. Boticas 1986. *Anais da Faculdade de Ciências do Porto.* 66(1-4). 5-96.

MARTINS, C. M. B. (2008a). *A Exploração Mineira Romana e a Metalurgia do Ouro em Portugal.* Cadernos de Arqueologia. Monografias 14. Braga: ICS, Universidade do Minho.

MARTINS, C. M. B. (2008b). A mineração romana no conjunto mineiro Chaves/Boticas/Montalegre. *Revista Aquae Flaviae.* 41. Actas do Congresso Transfronteiriço de Arqueologia: um património sem fronteiras (Montalegre). 303-310.

MARTINS, C. M. B. (coord.) (2010). *Mineração e povoamento na antiguidade no Alto Trás-os-Montes Ocidental.* Porto: CITCEM/Afrontamento.

MARTINS, J. B. (1992). Concelho de Boticas. A sua História. In *Materiais para a História do Concelho de Boticas.* Boticas: Câmara Municipal de Boticas. p. 82-85.

Resumo: A compreensão das paisagens, do povoamento e da mineração antigas do Vale Superior do Rio Terva, em Boticas, constitui o tema central dos estudos que a Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho tem vindo a desenvolver na referida área, no âmbito do programa de "Conservação, Estudo, Valorização e Divulgação do Complexo Mineiro Antigo do Vale Superior do Rio Terva, Boticas", ao abrigo de protocolo estabelecido com o Município de Boticas.

Para além de uma exposição sumária do projecto, pretende-se com esta comunicação apresentar uma síntese dos trabalhos em curso, que permitiram já identificar e caracterizar um significativo conjunto de dados relativos à longa ocupação do espaço correspondente ao Vale Superior do Terva. Destacam-se, entre outros, vestígios de povoados fortificados da Idade do Ferro, povoados romanos e áreas de mineração.

O objectivo é igualmente o de reflectir sobre as perspectivas de investigação que poderão orientar o desenvolvimento do projecto.

Palavras-chave: Paisagem, Povoamento, Mineração.

Abstract: Understanding landscapes, settlement patterns and ancient mining evidences in the Upper Valley of the Terva River, Boticas, is one of the main objectives of the research project that the Archaeology Unit of the University of Minho is developing, regarding the local County program of "Conservation, Study, Valorisation and Publicize of the Ancient Mining Complex of the Upper Valley of the Terva River, Boticas", developed within the institutional protocol between the University of Minho and the Boticas County.

Besides a brief exposition of the project, we intent to present a synthesis of the ongoing research, that already allowed us to identify and characterize a significant sum of data regarding the long term settlement in the Upper Valley of the Terva. Amongst the data we've collected, stand the remarking evidences of Iron Age Hill forts, Roman Settlements and mining areas.

Furthermore, the objective attends to reflect over the investigation guidelines that will conduct the project development.

Key-words: Landscape, Settlement, Mining.

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA MINERAÇÃO ROMANA DE OURO NA BACIA DO RIO TERVA (NORTE DE PORTUGAL)

ALEXANDRE LIMA[1]
ROBERTO MATÍAS RODRÍGUEZ[2]
ALEXANDRA MENDONÇA[3]

1. INTRODUÇÃO

A área de estudo foi alvo de uma intensa exploração mineira, consequência da qual apresenta uma paisagem com vários testemunhos representativos de trabalhos mineiros antigos. Há um consenso generalizado da parte dos autores que estudaram esta área quanto à datação desses trabalhos mineiros, associando-os maioritariamente à época Romana, baseando-se para tal em marcas, objectos e testemunhos característicos, bem como na associação espacial a locais datados da mesma época. A presença dos Romanos no Norte de Portugal, nomeadamente nas proximidades da área de em questão, é comprovada pelo vasto legado de vias, pontes, marcos miliários, castros, etc. Muitas vezes, próximo destas marcas Romanas e geralmente a elas associados, ocorrem numerosos vestígios de antigas pesquisas e explorações mineiras. As vias romanas, construídas pra circulação e escoamento de produtos, particularmente de minério, são uma das principais estruturas intimamente ligada às explorações mineiras (Lemos & Morais 2004). De facto, as zonas mineiras constituíam núcleos em torno das quais se desenvolvia toda uma dinâmica social, cuja amplitude dependia da grandeza dessa mesma exploração. Actualmente, muitos destes testemunhos provenientes da actividade mineira são ainda reconhecíveis, bem como as respectivas dimensões. No entanto, não é de excluir a atribuição de muita dessa exploração a povos pré-romanos,

[1] Dep. de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da FCUP. allima@fc.up.pt
[2] Fundación Cultura Minera (León-España). matiasr.roberto@gmail.com
[3] xamendonca@hotmail.com

provavelmente já interessados neste tipo de actividade. Independentemente de tudo, o povo Romano terá sido o grande responsável pela intensificação, sistematização e aperfeiçoamento do conhecimento mineiro até então existente (Domergue 1990).

Os Romanos invadiram a Península Ibérica no final do século III a.C., exercendo inicialmente o seu domínio na zona Sul, tendo-a finalmente conquistado no ano 19 a.C. (Almeida 1970a). Este povo consubstanciou o seu império através de uma estratégia geopolítica de domínio dos povos detentores de recursos metalíferos, principalmente em recursos auríferos, pois a sua economia assentava nesses recursos (Cerveira 2003). No entanto, além do ouro exploraram também o cobre, prata, estanho, chumbo, ferro e zinco (Carvalho & Ferreira 1954; Cerveira 2003; Matías 2004). A actividade mineira que desenvolveram data do século I e II d.C., como o comprovam vários achados arqueológicos (Cerveira 2003; Pereira *et al.* 2005). A partir do final do século III d.C., com o declínio do império Romano (Domergue 1990), terá havido um abrandamento gradual da actividade mineira até á conquista dos Bárbaros em 415 d.C. (Cerveira 2003). O abandono desta actividade poderá ter sido consequência, entre outras razões, da exaustão do minério, da falta de mão-de-obra, ou do fim da rentabilidade das explorações (Domergue 1970). Admite-se que, a maior parte dos depósitos terá sido explorada pelos Romanos até ao economicamente possível para a época (Pereira & Meireles 1998; Matías 2004).

A prospecção aurífera baseava-se na aplicação sistemática de critérios empíricos, ou seja, essencialmente na bateia sistemática das areias dos cursos de água. Perante resultados positivos, a proveniência do ouro era investigada através da subida do curso de água até encontrar o jazigo originário, primário ou não (Sánchez-Palencia & Orejas 1994 in Matías 2004). Perante filões auríferos, a prospecção impunha a abertura de poços e/ou galerias para o reconhecimento e confirmação em profundidade da extensão dos filões e respectivas ramificações, sendo estes abandonados caso o local não correspondesse às expectativas (Lemos & Morais 2004). Esta técnica de prospecção era também utilizada na avaliação de jazigos aluvionares de grande espessura ou cobertos por uma camada estéril. De referir que, a prospecção e a exploração são fases intimamente dependentes no âmbito da mineração, cuja passagem de uma para a outra assenta apenas na modificação dos métodos de trabalho de acordo com os resultados obtidos (Matías 2004). Deste modo, a sobreposição dos trabalhos de prospecção pelos de exploração impede muitas das vezes oreconhecimento dos primeiros no terreno. Os métodos de exploração utilizados pelos Romanos dependiam directamente do tipo de rocha e das características do jazigo. Em jazigos primários, a técnica de desmonte por lavra subterrânea consistia na abertura de poços e galerias canalicum (designação dada por Plínio in Allan 1965), e por lavra a céu aberto através de cortas. As ferramentas consistiam essencialmente em cunhas metálicas ou de madeira, maços, marretas, martelos, martelos-picos, picos, picadeiras, enxadas, entre outras (Carvalho & Ferreira

1954), que por serem maioritariamente em ferro, apresentavam maior capacidade de penetração aumentando substancialmente o rendimento (Matías 2004).

A lavra a céu aberto, em jazigos primários, apresentava dificuldades reduzidas. O desmonte fazia-se directamente do mineral ou da rocha mineralizada sob a forma de cortas ou covas e trincheiras, sendo o esforço directamente proporcional ao grau de desagregação da rocha. Esta técnica dispensava meios de iluminação e grandes obras de escoamento, além de que permitia o controlo contínuo do processo de extracção (Matías 2004). O desmonte recorria à utilização da água e fogo para romper a rocha, bem como à utilização extensiva da força hidráulica, tanto para extracção como para remoção de estéreis.

O tratamento do minério consistia, de forma geral, na trituração mecânica através de moinhos, almofarizes, pilões e martelos, concentração por lavagem (concentração hidrogravítica) e fusão. Por vezes, ainda no interior da mina, realizavam uma primeira triagem e preparação do minério, reduzindo o tamanho dos fragmentos. O tratamento térmico final dos concentrados correspondia à recuperação do ouro refinado.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho de investigação, para além da vasta consulta a toda a bibliografia publicada, foi a utilização de análises de sedimentos de corrente, de solos e de rocha de campanhas de prospecção de diferentes companhias mineiras no passado. Os sedimentos de corrente (num total de cerca de 50 amostras na região estudada) da empresa Minas Romanas foram analisados para o ouro e mais 5 elementos associados (As, Cu, Pb, Zn e Ag). A geoquímica de solos realizada pela COGEMA, com um total de cerca de 800 amostras distribuídas numa malha quadrangular com 200 metros de lado, foi efectuada para o Au, As e Ag. As amostras de rocha corresponderam a mais de duas dezenas de uma campanha da empresa Kernow.

Foram ainda utilizados em trabalho de gabinete, a cartografia geológica à escala 1:50 000 da Carta Geológica de Portugal (Folha 6-B), bem como a as folhas 33 e 46 da Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000. A fotografia aérea foi a consultável no Google Earth e Virtual Earth.

3. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A mineralização da zona de estudo é endogranítica, ocorrendo disseminada em filões e filonetes de quartzo e sulfuretos maciços centimétricos, bem como em nódulos mineralizados nos filonetes de quartzo, nos seus bordos e no seio dos granitos (Cogema 1990).

A mineralização apresenta um forte controlo estrutural relacionado com as fases tardias da orogenia varisca. Segundo Griveau e Dixsaut (1989) os filões mineralizados são pouco espessos (de 1 a 10 cm) e apresentam-se entre N 40º e N 70º, geralmente inclinados mais de 80º para SE. Associados a estes, e por vezes com a mesma orientação, surgem filões de quartzo estéreis, geralmente mais possantes, sendo mesmo métricos.

A mineralização local é formada essencialmente por arsenopirite, ocorrendo por vezes em cristais automórficos corroídos, ligeiramente fracturados e fissurados. A pirite é rara. O ouro ocorre nativo ou em *electrum*, geralmente em pequenas partículas de dezenas de micras, na arsenopirite e mais raramente na pirite, mas o mais habitualmente nos seus produtos de oxidação. Esta alteração é importante e é responsável pela sobre-concentração aurífera (Mendonça 2006).

4. A EXPLORAÇÃO AURÍFERA NA BACIA DO RIO TERVA

Alguns autores, principalmente os primeiros a estudar o local, designaram-no de forma genérica por Poço das Freitas, referindo apenas a existência de um conjunto de cortas (Cardoso 1954; Almeida 1970 a, b). Viegas e Martins (1992) referem também que o local é constituído por um conjunto de cortas, mas diferenciam as cortas de Limarinho e de Poço das Freitas. Martins (1992) diferencia as mesmas cortas que os autores anteriores e ainda as cortas de Batocas e Bobadela, referindo que constituem explorações independentes. Lemos e Morais (2004) hierarquizam o conjunto das explorações ao referir que o Complexo Mineiro Ardãos-Sapelos é composto por Batocas, Lagoa do Brejo e Poço das Freitas, cuja última exploração abrange vários locais relevantes como Corgas, Quintães, Lagoa, Carregal. Martins (2005) designa o local por Complexo Mineiro de Poço das Freitas e refere a sua constituição por vários focos conjuntos: o foco de Poço das Freitas subdividido em "trabalhos voltados para a Ribeira do Calvão" onde refere a existência de várias trincheiras, "trabalhos voltados para a Ribeira do Vidoeiro" onde cita várias marcas de exploração mineira e "trabalhos voltados a Sul entre a Ribeira do Vidoeiro e do Calvão, em Carregal" onde distingue duas trincheiras de maiores dimensões. Pertencendo ao mesmo complexo, mas com exploração independente, a autora refere ainda a existência de mais três focos de exploração próximos: Batocas, Alto do Picão e Lagoa do Brejo, cuja última foi explorada por corta segundo a mesma autora. Os relatórios da empresa COGEMA diferenciam as explorações de Poço das Freitas, Limarinho e Bobadela, referindo-as como pertencentes ao mesmo sistema de mineralização. Do mesmo modo, Harford *et al.* (1998) no relatório da empresa Minas Romanas, faz referência aos três focos de trabalhos, de entre vários incluídos na respectiva área de concessão.

Assim, neste trabalho, perante a necessidade de optar por uma designação específica para cada local, com base nas designações locais atribuídas pelos autores supracitados, em parâmetros geográficos e parâmetros paragenéticos, admitimos o conjunto das explorações designado por Complexo Mineiro de Poço das Freitas, à semelhança de Martins (2005) e Mendonça (2006). Este complexo é composto pelo Núcleo de Exploração de Poço das Freitas (NEPFR), que por sua vez é constituído por três focos de exploração, cada um composto por várias cortas e trincheiras: o

Figura 1. Anomalia de As a preto (isolinha dos 77 ppm) na região estudada (folhas 33 e 46 da Carta Militar de Portugal à escala 1:25 000), com localização dos principais focos de exploração, todos eles confirmados por esta técnica de geoquímica de solos. A quadrícula tem 1 quilómetro de lado.

Foco de Exploração de Limarinho (FELI), o Foco de Exploração de Poço das Freitas (FEPF) e o Foco de Exploração voltado para a Ribeira do Calvão (FERC), como se pode observar na figura 1.

Pertencente ao mesmo complexo mineiro, mas com exploração independente ocorre o Foco de Exploração de Batocas (FEBAT), o Foco de Exploração de Bobadela (FEBOB) constituída por Lagoa do Brejo e área de lavagem envolvente e o Foco de Explorações de Nogueira (FENOG) constituída pelas duas cortas da Mina do Alto do Picão.

De referir que, optamos pela designação "Batocas" por ser a designação mais comum na bibliografia consultada, no entanto, esta corresponde a uma designação local, uma vez que na Carta Militar de Portugal, folha 33-Serraquinhos (Montalegre), escala 1:25 000 dos Serviços Cartográficos do Exército, de 1949, o respectivo local é designado por "Outeiro Tinhoso".

O património mineiro encontra-se materializado na diversidade da paisagem existente um pouco por todo o Complexo Mineiro de Poço das Freitas, consequência das inúmeras cortas e trincheiras, bem como nas diversas galerias, construções e achados arqueológicos demonstrativos da dimensão da exploração.

A atribuição de todo este património mineiro à época romana não é unânime entre os autores. A sua associação geográfica a locais romanos, castros, vias e outras explorações mineiras assumidamente dessa época, a presença de materiais romanos e as características da exploração, permitem a atribuição de algum património a essa época (Martins 2005). De acordo com esta datação relativamente à zona de Poço das Freitas (em sentido lato), estão autores como Cardoso (1954); Almeida (1970 a, b); Cogema (1990); Domergue (1990); Lemos & Morais (2004); Martins (2005). No entanto, alguns autores consideram as explorações provavelmente romanas (Alarcão 1988; Harford *et al.* 1998) e outros referem ainda, a possibilidade das explorações terem sido também exploradas em tempos pré-romanos (Martins 1992). É também comum, a diferente datação consoante os focos de exploração. Assim, Martins (1992) refere a presença de restos de romanização em Batocas, datando o referido núcleo nessa época, e Martins (2005), que atribui o Núcleo de Exploração de Poço das Freitas à época romana, indica Batocas, Lagoa do Brejo e Alto do Picão como explorações provavelmente romanas.

O interesse dos Romanos pelo Complexo Mineiro de Poço das Freitas terá sido baseado, provavelmente, na relativa abundância de água associada ao facto de apresentar mineralizações visíveis, encaixadas num granito muito alterado e portanto fácil de trabalhar. Os autores que referem o Poço das Freitas (em sentido lato) indicam-no como correspondendo a um jazigo primário, explorado por lavra a céu aberto e subterrânea. Os mesmos, referem a existência de várias cortas ilustrativas das dimensões do desmonte, a maior de dimensões de 100 x

80 m (Cardoso 1954; Almeida 1970 a, b; Alarcão 1988; Martins 1992; Viegas & Martins 1992). Guerra (1982) refere a mesma corta com dimensões 70 x 50 x 6 m, de direcção N-S e a existência de uma outra corta circular, acima de Poço das Freitas, com 10 m de diâmetro por 4 m de profundidade. Alguns autores fazem também referência a poços camuflados pela vegetação e achados arqueológicos, como é o caso de moinhos manuais (Martins 1992), assim como a presença de montículos denunciadores da remoção de terras pela mão do homem e grande quantidade de fragmentos de quartzo espalhados (Cardoso 1954). Lemos e Morais (2004) referem uma galeria de prospecção. Com base na bibliografia específica para cada um dos focos de exploração, todos eles confirmados por anomalias em As e Au na campanhas de solos e sedimentos de corrente, e por observações no terreno, podemos descrever os locais do seguinte modo:

4.1. Foco de exploração de Limarinho (FELI)

O FELI apresenta evidências de exploração por lavra a céu aberto e subterrânea: é constituído por um conjunto de cortas e trincheiras. A corta principal (ou trincheira, se utilizarmos a designação dada por Martins (2005)), apresenta direcção alongada segundo um eixo N 80º E (Jolly & Crochon 1989) e dimensões de 50 x 30 m (Martins 2005). Os desmontes circundantes apresentam dimensões inferiores à corta principal com igual direcção de eixo principal. No FELI estão também preservadas diversas galerias (Harford *et al.* 1998; Martins 2005). Martins (2005) refere uma galeria de secção trapezoidal e tecto abobadado e nos hasteais da qual ocorrem marcas de pico. Algumas destas galerias parecem ser de prospecção devido à fraca extensão que apresentam. É o caso de uma galeria com extensão de 1m e que finaliza no desmonte principal, a uma cota superior, ou seja, parece ter sido aberta previamente ao desmonte da corta principal, de forma a testar a mineralização nesse local. A utilização de galerias de prospecção para avaliar a densidade dos filonetes quartzosos é defendida por Lemos e Morais (2004) no respectivo estudo do Complexo Mineiro Ardãos-Sapelos. Estes autores referem que o método utilizado era o desmonte a pico, sem prévio uso do fogo, pois não se justificava devido ao grau de alteração da rocha.

Próximo do desmonte principal, apresentam-se marcas de pico nas paredes (Fig. 2). É possível também, observar um poço de secção rectangular 4 x 2 m, com profundidade de cerca de 5 m, actualmente com algum entulho, mas sem ramificações visíveis. Martins (2005) refere, com base em informações da população local, ramificações desse poço em profundidade, mencionando que o poço faria a ligação entre galerias. A nossa interpretação é que estas estruturas são posteriores à exploração de época Romana.

Figura 2.
Exemplos de marcas de pico, na corta de Limarinho, numa possível frente exploração abandonada.

Figura 3.
Vista da corta principal do Limarinho, com observação em primeiro plano de resto dos estéreis de quartzo e ao fundo pirâmides residuais da exploração.

Figura 4.
Depósito de estéreis com mais de 1 metro de espessura que parece resultar da separação hidrogravítica no NEPFR.

No FELI, observam-se pequenas escombreiras e muitos fragmentos de quartzo espalhados por todo o conjunto de cortas. Existem também vestígios de construções nas proximidades do desmonte principal. Martins (2005) identificou uma galeria de escoamento de águas e a preservação de pirâmides residuais resultantes da exploração a céu aberto (Fig. 3).

4.2. Foco de exploração de Poço das Freitas (FEPF)

O Foco de Exploração de Poço das Freitas, do mesmo modo que no FELI, apresenta evidências de ter sido alvo de exploração por lavra a céu aberto e subterrânea. O local apresenta uma corta (trincheira) principal de direcção geral N-S, de dimensões 40 m a 50 x 30 x 15 m (Martins 2005), com ligação a uma série de pequenas cortas. A lavra subterrânea está materializada em algumas galerias (Harford *et al.* 1998; Martins 2005). A Sul do desmonte principal do Poço das Freitas ocorrem três galerias: uma com secção em ferradura, 1,60 m de altura, 1 m de largura e 2 m de extensão; outra galeria com secção trapezoidal, tecto ligeiramente abobadado, com entrada semi-circular, 1,40 m de altura, 0,90 m de largura e 3,50 m de extensão. Nesta a 0,70 m da entrada e 1,10 m do chão, encontra-se um nicho com 0,32 m de largura, 0,41 m de altura, 0,34 m de extensão, cujas hasteais apresentam marcas de pico (Martins 2005); a última galeria com secção ovalada, 1,70 m de altura e 1,15 m de largura e que a 1,65 m da entrada bifurca. Na corta principal de Poço das Freitas ocorrem também várias galerias.

Do mesmo modo que no FELI, algumas galerias parecem ser de prospecção, pois apresentam pequena extensão e são executadas em pequenos montículos ainda preservados, parecendo corresponder a galerias de prospecção abandonadas. O relatório da COGEMA (1990) refere a existência de um grande poço e uma densa rede de trincheiras, algumas profundas, cujo objectivo seria para exploração ou para circulação e escoamento de produtos e água, sendo de difícil distinção.

A quantidade de terrenos revolvidos é visível também pela acumulação de escombreiras e montículos de terra depositados por toda a área.

4.3. Foco de exploração voltado para a ribeira do Calvão (FERC)

Martins (2005) identificou neste foco várias trincheiras, uma albufeira que servia de presa de água para auxiliar os trabalhos mineiros e um canal de escoamento. Os trabalhos no Núcleo de Exploração de Poço das Freitas (FELI, FEPF, FERC) parecem ter funcionado como uma exploração conjunta organizada. Os desmontes dependiam da abundância de metal seguindo apenas a zona rica em

Figura 5.
Possível aqueduto a Este de Ardãos depois do incêndio de 2005.

Figura 6.
Moinho de vai vem feito em granito, encontrado na zona de Batocas.

minério e eram abandonados ao atingir certa profundidade, devido à redução de teor ou ao nível freático (Lemos & Morais 2004).

A zona envolvente do NEPFR parece também ter sido alvo de exploração secundária por lavagem de areias aluvionares (Guerra 1982; Martins 1992). De facto, próximo da Ribeira do Vidoeiro ocorrem espessos depósitos de material friável, rico em quartzo, que parece corresponder a terrenos movimentados e amontoados, resultantes de lavarias romanas (Fig. 4) (COGEMA 1990).

Martins (2005) corrobora esta ideia, e refere ainda que o método *Ruína Montium* foi utilizado na exploração desta zona, recorrendo a represas e albufeiras de

acondicionamento da água. De facto, a SE de Ardãos observam-se vestígios do que parece ser um aqueduto para condução da água vinda das zonas mais altas (Fig. 5).

Martins (2005) refere alguns objectos encontrados em Poço das Freitas, como uma lucerna datada do século I d.C, actualmente depositada nos laboratórios do INETI de S. Mamede Infesta, correspondendo ao fragmento de fundo de depósito de lucerna, com aro saliente, vestígios da parte inferior do bico, pasta esbranquiçada de má cozedura em ambiente oxidante com uma aguada alaranjada. Outra lucerna datada do século I d.C. correspondendo a dois fragmentos de depósito de lucerna, com vestígios do disco que teria pelo menos uma canelura e eventualmente decoração, pasta esbranquiçada muito depurada com uma cozedura em ambiente oxidante. Ainda, *sigillata* (aba de *sigillata* hispânica da época antonina), cerâmica comum (bordo de bilha) da época romana e cerâmica comum (bordo da proto-história).

4.4. Foco de exploração de Batocas (FEBAT)

O FEBAT, também designado por Outeiro Tinhoso na Carta Militar de Portugal de 1949, pertence ao Complexo Mineiro de Poço das Freitas pela proximidade geográfica. Esta zona corresponde a uma extensa área explorada essencialmente a céu aberto, com uma corta principal, rodeada por uma série de cortas paralelas de profundidades variáveis (Lemos & Morais 2004). Martins (1992) refere a presença de restos de casas soterradas, restos de muros de habitação, restos de cerâmica (*tegulae* e *imbrices*), objectos líticos, metade de uma mó manual (forma redonda, parte dormente), um pedaço de um pilão manual e escórias (Fig. 6).

Aquando do reconhecimento de campo realizado no âmbito deste trabalho, foi detectada uma galeria designada pelos habitantes locais como "Cova da Moura", indicando assim, uma possível lavra subterrânea na exploração deste local.

4.5. Foco de exploração de Bobadela (FEBOB)

O FEBOB pertence ao Complexo Mineiro de Poço das Freitas pela proximidade geográfica e por parâmetros paragenéticos, segundo os relatórios da COGEMA (1990). Esta zona apresenta indícios de actividade mineira materializada pela Lagoa do Brejo, que Martins (2005) refere como uma corta de 100 m a 120 m de diâmetro e 7 m a 8 m de profundidade. A Lagoa do Brejo parece ter funcionado como receptora do material lavado ao longo da encosta Este da Serra do Leiranco. O FEBOB foi alvo de exploração a céu aberto, uma vez que não foram identificadas galerias nem poços (Martins 2005). Junto à Lagoa do Brejo conserva-se um pequeno núcleo fortificado conhecido como Castro de Bobadela, onde à superfície

se distinguem abundantes vestígios de cerâmica indígena, embora já tenham sido recolhidos materiais relacionáveis com a romanização (Lemos & Morais 2004).

4.6. Foco de exploração de Nogueira (FENOG)

No FENOG, a principal marca de exploração mineira é a Mina do Alto do Picão. Este núcleo de exploração pertence ao complexo mineiro em estudo dada a proximidade geográfica.

Este núcleo foi alvo de exploração a céu aberto, apresentando duas cortas (trincheiras), uma com dimensão 30 x 20 x 5 m e outra de dimensões semelhantes, mas apenas com 2 m de profundidade (Martins 2005). Lemos e Meireles (2005) referem uma corta de direcção N 120º-N 130º E.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de mineração de ouro Romana na bacia hidrográfica do Rio Terva é representado principalmente pela região localizada entre o Alto da Abobeleira e o local de Carregal (Fig. 1): Batocas (200 000 m^2), Limarinho (150 000 m^2) e Poço das Freitas e Rib. Calvão (450 000 m^2). Pela sua posição e topografia, o conjunto Poço das Freitas, Rib. Calvão e Limarinho podem ser analisados como uma única exploração. Todas foram efectuadas em mineralização associada a filões de quartzo intruídos em granito com um grau de alteração médio-alto. É importante salientar que haveria uma quantidade inicial assinalável de depósitos de ouro eluvionar produzidos por alteração *in situ*.

Os vestígios que foram preservados até hoje, com alguma evidência de mineração pós-Romana (a galeria de drenagem e poço vertical no Limarinho por exemplo) são formados por uma série de escavações de grandes valas abertas, com corredores de remoção e escoamento das águas de escorrência, dada a profundidade que atingem as cortas em alguns pontos (20-40 m). A concentração de ouro em filões auríferos na parte central da Corta do Poço das Freitas, de Limarinho e de Batocas, deu lugar a cortas inundadas de água já que foram cortados os corredores de escoamento. A morfologia da região, principalmente de Batocas é muito atraente, formando um lugar de beleza natural único, presidida pelo resto de grandes massas de granito considerado estéril e ainda algumas escombreiras.

O volume de material removido pelos romanos em busca de ouro pode chegar ao todo entre 5 a 8 milhões de m^3, dos quais pelo menos 4 milhões de m^3 correspondem a Limarinho. Apesar de se encontrarem provas da existência de um possível aqueduto e um pequeno reservatório nas proximidades de Ardãos, localizado numa elevação um pouco superior ao destas explorações, o trabalho de campo não

permitiu ainda correlacionar esses vestígios de forma irrefutável com evidências claras da exploração de infra-estrutura hidráulica, uma vez que ainda faltam dados que permitam correlacionar lagoas, canais, lavagem e acumulações de resíduos.

No entanto, a existência de um depósito de ouro eluvionar poderia ter justificado o desenvolvimento de uma rede hidráulica sobre a qual posteriormente podem ter passado ao desenvolvimento da exploração do depósito primário. Para complicar ainda mais a manutenção do referido hipotético abastecimento de água, há o facto destas áreas terem sido há séculos alvo de uma intensa actividade agrícola, o que pode ter apagado muitos dos vestígios.

A ausência de uma rede hidráulica na fase final do trabalho nesta área envolve o uso maciço de mão-de-obra, equipado com meios diferentes para as escavações de mineração nesta região nos últimos estágios de operação. A baixa consistência das rochas do depósito de ouro facilitaria muito esse trabalho, e que poderia ser apoiada pela utilização de animais de tracção e, talvez, alguma ajuda mecânica. Nesta mesma linha de raciocínio, a pequena cota no relevo topográfico dos terrenos de Batocas tornaria quase impossível usar a água como uma força de desagregação.

O posicionamento recente de uma pedreira de agregados para a construção civil na principal corta de Limarinho, fazendo desaparecer uma parte do material de preenchimento, resultou na exposição do material que os constitui, tornando claro que a sua acumulação não está relacionada com forças hidráulicas, pois não se assiste a qualquer grau de classificação.

No estado actual da investigação na mineração de ouro Romana do noroeste peninsular são documentados exemplos de alguns depósitos de ouro primário, localizados perto de Astorga (León, Espanha), em que não foi utilizada mineração hidráulica, juntamente com muitos outros em que ambos os sistemas foram implementados em diferentes fases (Matías 2010).

O projecto SIG com base na geoquímica de sedimento de corrente, de solos e ainda de rocha total para além de outros dados, confirmou todos os 5 focos de exploração referidos, mas eliminou outras possibilidades representadas por depressões no terreno, como por exemplo o castro de Sapelos ou da Malhó, onde não foi detectada qualquer exploração.

Por outro lado foram identificadas duas áreas distintas (uma a Este e outra a Sul de Ardãos) que pelas anomalias devem representar antigas explorações a confirmar no terreno.

AGRADECIMENTO

Os autores gostariam de agradecer a contribuição do Senhor Mário da aldeia de Ardãos, no acompanhamento do trabalho de campo em toda a região.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. C. (1965). A mineração em Portugal na Antiguidade. *Bol. Min.* 2(3). 1-37.

ALMEIDA, F. (1970a). Mineração romana em Portugal. In *VI Congreso Internacional de Mineria. La Mineria Hispana e Iberoamericana*. I. León. p. 195-220.

ALMEIDA, F. (1970b). Minas de ouro na Gallaecia Portuguesa. In *Legio VII Gemina*. Leon. p. 291-296.

CARDOSO, M. (1954). A propósito da lavra do ouro na Província de Trás-os-Montes durante a época romana. *Revista de Guimarães*. 64(1-2). 113-141.

CARTA MILITAR DE PORTUGAL (1949). *Folha 46-Boticas, escala 1:25 000*. Serviços Cartográficos do Exército.

CARTA MILITAR DE PORTUGAL (1997). *Folha 33-Serraquinhos (Montalegre), escala 1:25 000*. Instituto Geográfico do Exército.

CARTA MILITAR DE PORTUGAL (1997). *Folha 46-Boticas, escala 1:25 000*. Instituto Geográfico do Exército.

CARVALHO, J. S., FERREIRA, O. V. (1954). Algumas Lavras Auríferas Romanas. *Estudos, Notas e Trabalhos*. 9(1-4). 20-57.

CERVEIRA, A. (2003). *Minerações auríferas romanas em Portugal*. (não publicado).

COGEMA (1990). *Sector de Poço das Freitas. Relatório de trabalhos, Setembro de 1990*. 49 p. (Relatório não publicado).

DOMERGUE, C. (1970). Les exploitations aurifères du nord ouest de la Péninsule Ibérique sous l'occupation romaine. In *VI Congreso Internacional de Mineria. La Mineria Hispana e Ibero Americana*. 1. Cátedra de San Isidoro. León. p. 151-193

DOMERGUE, C. (1990). *Les mines de la peninsule Iberique dans l'antiquité Romaine*. Ecole Francaise de Roma. 625 p.

HARFORD, P.; PLIMER, I.; SILVA R. & LIMA, A. M. C. (1998). *Minas Romanas Annual Report*. 41 p. (Relatório não publicado).

JOLLY, J. & CROCHON, P. (1989). *Relatório de avaliação do potencial em Ouro das estruturas de Limarinho*. COGEMA. (Relatório não publicado).

LEMOS, F. S. & MEIRELES, C. (2005). Mineração aurífera no Conventus de Barcara Augusta. In *3º Simpósio sobre mineração e metalurgia históricas no sudoeste europeu*. Porto: Sociedad española para la defensa del património geológico y minero.

LEMOS, F. S. & MORAIS, P. (2004). *Vias augustas e mineração aurífera*. Seminário sobre vias romanas. Chaves.

MARTINS, J. B. (1992). *O Concelho de Boticas: a sua história*. Câmara Municipal de Boticas. 125 p.

MARTINS, C. M. B. (2005). *A Exploração Mineira Romana e a Metalurgia do Ouro em Portugal*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Dissertação de Doutoramento.

MATÍAS, R. (2004). Ingenieria Minera Romana. Elementos de Ingenieria Romana. In *Congresso Europeo "Las Obras Públicas Romanas"*. Tarragona.

MATÍAS, R. (2011). Los yacimientos auríferos primarios de la provincia de León (España): técnicas de explotación romana. In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. J. F. P. & CARVALHO, J. (coord.). *Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 155-178.

NORONHA, F. & RAMOS, J. M. F. (1993). Mineralizações auríferas primárias no norte de Portugal. Algumas reflexões. *Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe*. 18. 133-146.

PEREIRA, E.; RIBEIRO, A. & MEIRELES, C. (1993). Cisalhamentos Hercínicos e controlo das mineralizações de Sn-W, Au e U na Zona Centro-Ibérica, em Portugal. *Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe*. 18. 89-119.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F.-J. & OREJAS, A. (1994). La minería de oro del noroeste peninsular. Tecnología, organización y poblamiento. In VAQUERIZO GIL, D. (coord.). *Metalurgia en la España prerromana y romana. Diputación Provincial de Córdoba*. Córdoba. p. 147-233.

VIEGAS, L. F. & MARTINS, L. P. (1992). Notas sobre a prospecção do ouro em Portugal. *Estudos, Notas e Trabalhos*. 34. 95-106.

Resumo: A Bacia hidrográfica do Rio Terva é conhecida pelos vestígios de Mineração de Época Romana que se pode encontrar na bibliografia. Neste trabalho é dado especial destaque à investigação que tem sido levada a cabo nesta região, nomeadamente em termos de anomalias geoquímicas e a sua relação com as explorações mineiras.
Recentemente as campanhas de prospecção na zona permitiu identificar em profundidade a mineralização em ouro, pontualmente muito rica (50 g/t). Para além disso, o ouro aparece de uma forma mais grosseira, por vezes em pequenas pepitas de quase meio milímetro.
Todos os dados depois de integrados num SIG, permitiram a clarificação de alguns aspectos que parecem dúbios no terreno, nomeadamente as estruturas que correspondem efectivamente a antigas minas de ouro e as que correspondem a prospecção mineira ou outras actividades.

Palavras-Chave: Minas de ouro, Romanos, Rio Terva.

Abstract: The Rio Terva drainage basin is known by many different Roman Gold Mine vestiges that we can found in the bibliography. This work is about research done in the region, principally in geochemistry anomalies and their relationship with the mining exploitations.
The recent exploration campaigns in the area were able to identify in deep a gold mineralization, punctually very rich (50 g/t). There are also coarse gold as small nuggets of almost half millimetre.
All this data integrated in a GIS Project, is able to clarify some doubts from the field work, principally in identifying real ancient gold mines instead of exploration works or another kind of structures.

Keywords: Gold mines, Romans, Rio Terva.

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA MINERAÇÃO ROMANA DE OURO NA SERRA DAS BANJAS (NORTE DE PORTUGAL)

ALEXANDRE LIMA[1]
ROBERTO MATIAS RODRÍGUEZ[2]
NATÁLIA FÉLIX[3]
MARIA ANTÓNIA SILVA[4]

1. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

As mineralizações de ouro da Serra de Santa Iria e das Banjas estão enquadradas nas do tipo Au-As do distrito mineiro Dúrico-Beirão (Couto 1993). Esta autora neste distrito considerou ainda seis gerações de ouro com base nos teores em prata e minerais associados. As mineralizações do tipo Au-As evidenciam um importante controlo lito-estratigráfico ocorrendo preferencialmente associadas a alternâncias de xistos, grauvaques e quartzitos com intercalações de níveis de ferro ricos em matéria orgânica associado a actividade vulcânica a que sobrepõem os quartzitos maciços do Ordovícico Inferior (camadas negras segundo Combes *et al.* 1992, Couto 1993, Couto *et al.* 2003).

De facto nos trabalhos de campo do presente trabalho foram detectados estes níveis na área de Senhora do Salto, Poço Romano, Vale do Braçal, Vale Fundo e Serra de Montezelo, sempre intimamente associados aos trabalhos encontrados em prospecção e exploração. Segundo Couto (2010) os níveis de ferro são mais desenvolvidos ao longo do flanco normal do Anticlinal de Valongo e na zona periclinal. Os níveis de Fe oolítico apresentam teores anómalos em ouro e foram explorados

[1] Dep. de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da FCUP. allima@fc.up.pt
[2] Fundación Cultura Minera (León-España). matiasr.roberto@gmail.com
[3] Gabinete de Arqueologia e Património do Município de Paredes. nataliafelix@cm-paredes.com
[4] Gabinete de Arqueologia e Património do Município de Paredes. arqueologia@cm-paredes.pt

desde a época romana. No caso da mina das Banjas (Au-As) grande parte do ouro, rico de prata, por vezes visível à vista desarmada, ocorre concentrado nestes níveis, maioritariamente em "veios" delgados de quartzo sub-concordantes.

Os corpos mineralizados explorados quer por trabalhos subterrâneos quer a céu aberto encontram-se encaixados em formações do Ordovícico, e preenchem principalmente fracturas subverticais com mineralizações do tipo filoniano com ganga quartzosa, de direcção aproximada N0º-30º e em menor importância na direcção aproximada de N120º.

2. A HISTORIOGRAFIA DA MINERAÇÃO NA SERRA DAS BANJAS

A região sul do Concelho de Paredes dominado pelas Serras de Pias, Facho, Santa Iria e Banjas num prolongamento da serra de Santa Justa ou de Valongo, tem-se revelado ao longo dos tempos como um local de importante actividade de mineração, que, de acordo com as referências bibliográficas e confirmada pela ocorrência de espólio associado aos vestígios existentes, terá principiado em época romana. Efectivamente, os primeiros escritos que revelam a importância da região para a actividade mineira remontam ao século XV, quando D. Afonso V, "*em 27 de Abril de 1481, o rei dá licença a um afinador, Mestre Pedro, ao tempo a residir em Castela, e a quem o acompanhasse, para abrir uma mina de metal em Valongo (perto de "Olho de Corvo(?)"), e explorar o que quer que nela fosse encontrado*." (Duarte 1995, p. 97).

Considerando que à época as Serra de Pias, Facho, Santa Iria e Banjas faziam parte das designadas "Serras de Valongo", Padre António Carvalho da Costa, em 1706, refere os numerosos vestígios, "*…das minas antigas com muitos fojos inda abertos, de que he tradição tiràraõ os Romanos grande quantidade de ouro, & prata,…*" (Costa 1706, p. 331).

Em 1711, Manoel da Cruz Santiago, administrador geral das minas do reino no tempo de D. João V, dedicou-se a investigar e desentulhar as antigas minas dos romanos, descrevendo ao pormenor as galerias e tudo o que nelas observou. Na serra ou monte de Santa Iria "*mandou Santhiago desentulhar duas galerias de esgoto antigas que ali desembocavam, uma das quais tem trinta braças de comprido, em cujos lados achou estátuas, como as já mencionadas: ao lado direito desta galeria deu com uma escavação em forma de sala redonda, como que tinha sido espalhada madeira, e nas paredes com estátuas já arruinadas com a água que as inundava. A outra galeria tinha somente vinte braças; ambas tinham sido abertas a picão.*" (Andrada e Silva 1814-15(?) Cit. Varela *et al.* 2002, p. 420). Simultaneamente, Manoel da Cruz Santiago criou condições estruturais para moer a ganga, de forma mais eficaz, e assim obter o ouro, "*… para o que levantou dois engenhos de moer*

a ganga, e separar o ouro pela lavagem, um em Valongo, e outro em Santa Comba, e principiou outra que não pôde acabar" (Andrada e Silva 1814-15(?) Cit. Varela *et al.* 2002, p. 419).

Em 1801, José Bonifácio de Andrada e Silva, estudioso e pesquisador do mundo natural e Intendente Geral das Minas e Metais do Reino, visita pela primeira vez "*as escavações extensas da grande mineração romana do monte de Santa Justa, o qual encadeia com outros até à Serra do Raio, Santa Iria, Santa Comba*", e observou, nas pequenas excursões feitas pelas serras "*mais de 14 (veios) pesquisados ou lavrados pelos romanos…*" (Andrada e Silva 1814-15(?) Cit. Varela *et al.* 2002, p. 421) e em 1812 manda "*examinar as antigas escavações de Santa Comba e suas vizinhanças, que ficam nas fraldas da Serra do Raio…*", constatando que "*os antigos minaram e lavraram em um sítio que fica ao norte da povoação e ao sul no outro chamado o Braçal, onde há uma bela galeria, que está perfeita…*" (Andrada e Silva 1814-15(?) Cit. Varela *et al.* 2002, p. 425), supostamente desentulhada, no século XVIII pelo Santiago e na qual ainda se observa o lugar onde estaria uma porta, bem como um poço de "*…luz ou clarabóia*." Nas imediações de Santa Comba, José Bonifácio localiza o engenho que moeria os minérios extraídos das minas da Serra de Santa Iria e a eira da moenda, onde se faria a separação do mineral, mandados construir por Santiago. Porém, no princípio do século XIX, José Bonifácio de Andrada e Silva põe em causa a eficácia daqueles engenhos hidráulicos valorizando, por oposição, todo o processo manual de moagem e lavagem em que "*todas as gangas eram pisadas a martelo, e não em moinho de pilões e lavada à mão em bateias, e não em lavadouros ou bolinetes adequados, donde a farinha mineral apanhada fosse depois bem apurada com pouco custo pela amalgação: e ainda que depois fez uma moenda movida por água para moer o mineral, todavia este mesmo engenho, o qual seria próprio (sendo bem construído) para amalgamar os minerais auríferos, como se praticado em Salzburgo, não era porém bom para moer quartzo, nem para o apuramento, porque a água que entrava no aperto da moenda, levaria consigo não só parte dos lapídeos, mas também com eles muito ouro em pó*." (Andrada e Silva 1814-15(?) Cit. Varela *et al.* 2002, p. 420).

Monteiro e Barata (1889) realizaram uma breve descrição de alguns aspectos da mineração romana na Serra das Banjas: "*Consta ter, na mesma ocasião, uma sociedade inglesa feito alguns trabalhos no Poço Romano, situado na serra das Banjas. Os maciços de algumas máquinas são ainda visíveis. Segundo se diz, desceram por um antigo poço romano que, a uns 30 metros de profundidade, os conduziu a um grande desmonte. No mesmo filão, podem localizar-se trabalhos antigos, poços e cortas, numa extensão de uns 600 m*".

Já em pleno século XX, vários autores, identificam e descrevem a ocorrência de espólio arqueológico, que mais uma vez nos remete para a época da ocupação

romana. Em 1941, Teixeira descreve e classifica uma lucerna metálica encontrada nas minas das Banjas, que posteriormente Carvalho e Ferreira (1954), juntamente com algumas moedas, atribuem ao Poço Romano: *"Provenientes das minas das Banjas (possivelmente do Poço Romano, que de todas é a de maior tradição) conhecem-se várias moedas de cobre, uma delas do tempo de Constantino, e uma curiosa lucerna, que se encontra classificada por Carlos Teixeira (1940)"*.

Allan (1965, p. 154) também descreve o interesse desta região: *"Numa extensão de uns 20 quilómetros, em toda a largura dos quartzitos que, em média, anda por 180 metros, existem centenas de trabalhos antigos que se conservam abertos nos duros quartzitos…"*. Embora se registassem investigações em quase todas as áreas de mineração romana, os trabalhos mineiros modernos concentraram-se num sector especifico (Mina das Banjas), desenvolvendo-se entre 1904 e 1941 exploração de ouro produtiva, que aproveitou o que havia sido deixado pelos romanos e, continuou na busca de novas áreas até ao falecimento do seu proprietário.

Teresa Soeiro (1984) reforça o que já havia sido dito pelos seus antecessores e acrescenta a existência de um povoado, toponimicamente designado por Outeiro da Mó, onde foram recolhidos, à superfície, mós circulares de granito e blocos irregulares de quartzito que serviram de base de apiloadores. Sublinha, ainda, a ocorrência de cerâmicas de cobertura e doméstica, com destaque para fragmentos de *sigillata* hispânica Drag 29 com decoração metopada, pratos 15/17 e 36 com aba decorada por folhas de água e tigelas 27 e 35; relativamente à cerâmica comum, refere fragmentos de pratos de lume, panelas e cântaros, que nos remetem, no seu todo, para os finais do séc. I d.C.

Datados dos finais do séc. XIX até meados do séc. XX, os relatórios das concessões mineiras (Planos de Lavra, Memórias Descritivas, Relatórios sobre o reconhecimento de minas, …) dos arquivos da antiga Circunscrição Mineira do Norte, contêm importante informação de carácter geológico e arqueológico, muitas vezes acompanhadas de plantas, relevante para o melhor conhecimento da área, tendo servido de ponto de partida para os estudos recentes desta zona mineira.

Actualmente, o trabalho de prospecção desenvolvido pelos autores resultou na identificação de numerosos e novos trabalhos mineiros associados a povoados/oficinas.

3. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO ACTUAL

Desde os anos 80 do século XX até à actualidade a área da Serra das Banjas tem sido alvo de investigação mineira contínua, principalmente em torno da Mina das Banjas, embora os trabalhos de prospecção, também, tenham sido realizados

em outros sectores. Desde 2005, numa perspectiva de cooperação estratégica para o estudo e conhecimento do património geomineiro do concelho de Paredes, o Gabinete de Arqueologia e Património do Município em conjunto com o então Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, têm desenvolvido trabalhos de prospecção e identificação de património geológico, vestígios arqueológicos e mineiros.

A recolha e leitura da bibliografia existente, em relação à área em estudo, permitiram obter informação relativamente a locais já identificados e ao espólio associado. Os relatórios das concessões mineiras[5] dos arquivos da antiga Circunscrição Mineira do Norte, datados dos finais do séc. XIX até meados do séc. XX, foram um bom ponto de partida para o reconhecimento e identificação de trabalhos existentes, com base nas plantas associadas, bem como para a obtenção de dados de carácter geológico e arqueológico.

Estas informações permitiram direccionar os trabalhos de prospecção no sentido de se entender a dispersão dos vestígios arqueológicos e relaciona-los com os trabalhos mineiros, cujo levantamento e registo tem sido georreferenciado e armazenado numa base de dados SIG (Fig. 1) (Silva *et al.* 2011). No que diz respeito a vestígios arqueológicos foram detectados à superfície vários fragmentos de

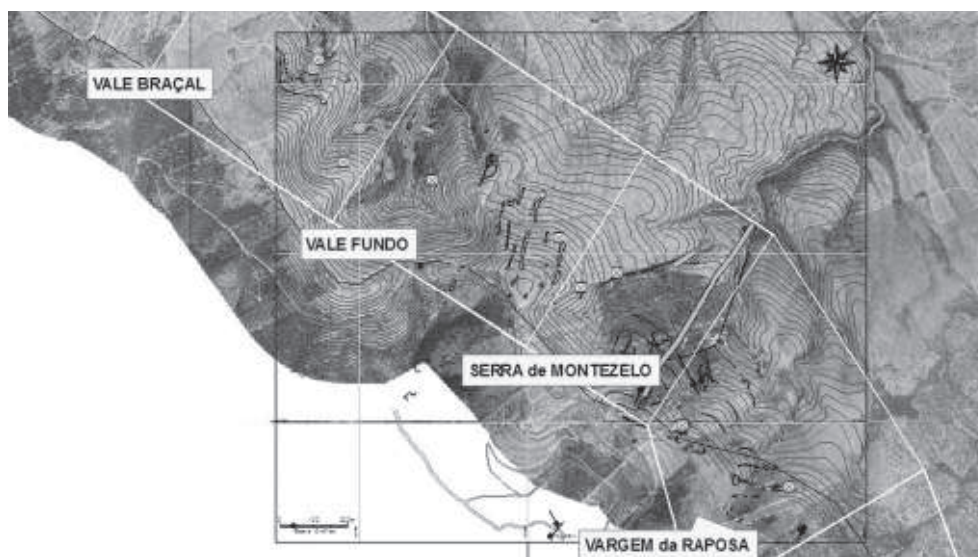



Figura 1. Vista do levantamento SIG processado na área de estudo, beneficiando de contribuição de levantamentos efectuados por empresas mineiras que fizeram prospecção na área (zona assinalada).

[5] Processos n.º: 48 – Couto Mineiro das Banjas, 2094 – Poço Romano, 187 – Vale do Braçal, 212 – Vale Fundo, 233 – Serra de Montezelo, 248 – Vargem da Raposa, 244 – Serra do Facho.

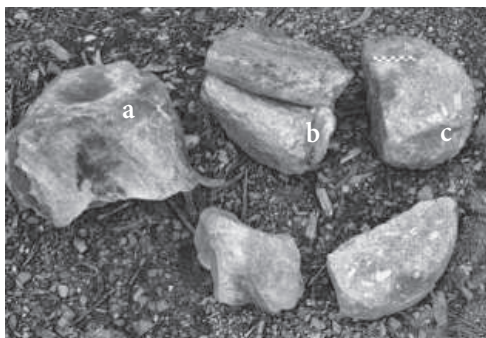



Figura 2. Fragmentos de moinhos(Outeiro da Mó) a) moinho britador ou apiloador em quartzito; b) moinho de vaivém em xisto; c) base de moinho rotativo em granito.

Figura 3. Pormenor de apiloador em quartzito (Outeiro da Mó).

mós circulares graníticas (Fig. 2), apiloadores quartzíticos (Fig. 3) e fragmentos de *sigillata* no Outeiro da Mó, conforme identificado por Soeiro (1984).

A referência a dois altares, no início do século XX (Barreiro 1922-24), actualmente conhecidos por aras de Santa Comba, cuja dificuldade de leitura da sua inscrição tem sido interpretada ora como funerária (Vasconcellos 1921-22) ora como votiva (Tranoy 1977 e 1981) apontam, invariavelmente, para um local de cariz religioso, durante a presença romana. A descoberta, nos anos quarenta, do século passado, de vestígios de uma necrópole romana, no lugar da Valdeira, bem como o aparecimento de cerâmica doméstica e de construção, remete-nos para uma zona residencial cujas dimensões e importância, na articulação com os trabalhos mineiros, estão a ser analisados[6].

Refira-se que, os trabalhos de identificação têm tido apenas por base campanhas de prospecção e estudo de achados fortuitos resultantes, em grande parte, do revolvimento dos terrenos, consequente da monocultura do eucalipto, conduzindo de forma irreversível à descaracterização da paisagem e à perda de informação.

4. O CASO PARTICULAR DO CHAMADO COUTO MINEIRO DAS BANJAS – ÁREAS DE EXPLORAÇÃO

Sob a denominação de Couto Mineiro das Banjas reúne-se um conjunto de concessões mineiras estabelecidas na principal zona de filões auríferos explorados em época romana, denominadas (de NW para SE):

[6] Agradecemos aos respectivos proprietários a amabilidade e disponibilidade dispensada para a realização do estudo.

– Poço Romano;
– Ribeiro da Castanheira;
– Vale Braçal;
– Vale Fundo;
– Serra de Montezelo (Mina das Banjas propriamente dita);
– Vargem da Raposa (maioria da concessão está no município de Gondomar);
– Serra do Facho.

Cada concessão mineira moderna definida foi, sensivelmente, sobreposta aos sectores antigos definidos pelos romanos segundo um sistema de poços e galerias. Os principais trabalhos mineiros modernos, de meados a finais de século XIX, concentram-se no sector da Serra de Montezelo (Serra das Banjas), onde decorreu uma exploração intensiva e proveitosa na Mina das Banjas e sua envolvente. Esta mina reutilizou uma galeria romana inferior deste sector como galeria principal de exploração. O traçado desta galeria romana, que atinge mais de 360 metros de desenvolvimento na horizontal, é acompanhado por, pelo menos, três poços verticais espaçados a cada 100 m, com profundidades de 20, 35 e 70 m respectivamente, que teriam permitido uma construção simultânea trabalhando em frentes distintas. Neste momento, pode ser visto que a galeria romana foi ampliada no século XIX, mais ainda mantém vestigios de sua antiguidade: paredes feitas a pico, lucernarios, poços, etc.

A partir da galeria de esgoto e acesso feita pelos romanos no que é conhecido como Mina das Banjas foi desenvolvida uma importante exploração mineira no subsolo que aproveitou o minério do ouro, a partir da superfície até ao nível desta galería (200 m altitude), com uma diferença de altura máxima de 150 m, o que pode dar uma idéia da importância dos volumes de minério explorados. O atual estado dos trabalhos mineiros romanos só permite um acesso apenas superficial em alguns pontos, mas as empresas de mineração modernas têm feito algum desentulho que mostra a sua considerável extensão. As pesquisas feitas por nós nos poços verticais permitiram a localização de largos trabalhos subterrâneos confirmando isto.

Sobre os teores de ouro destas mineralizações, H. Couto, fez a recompilação dos dados existentes, com resultados muito surpreendentes (Couto 1993, p. 233-234):

> "*A mina das Banjas foi uma das mais importantes da região. Num relatório da New Douro Gold Mines, Ltd, sem data, é referido que as pirites auríferas chegaram a dar teores de 100 g/t, tendo-se extraído em média 35 g/t. Possivelmente ao falarem das pirites auríferas estavam a referir-se aos níveis negros ricos de pirite, uma vez que, no mesmo relatório, é referido que "o filão onde este ouro foi aproveitado mudou de carácter de quartzo aurífero para pirites auríferas". Prill (1935) refere que 900 000 toneladas do filão forneceram 3 600 kg de ouro (4 g/t Au). Noutro relatório, de 1936, intitulado "Mines d'or de Banjas près Porto", é referido que "todos os filões estão mineralizados com teores que variam de algumas gramas de ouro por tonelada a*

100g (filões piritosos) e mais". O mesmo relatório cita que, segundo registos oficiais, um antigo concessionário teria produzido 123 kg de ouro fino em 3 anos, numa exploração artesanal, sendo estes resultados inferiores aos verdadeiros, por causa do pagamento de impostos. Referem, ainda, que "terão sido exploradas segundo toda a probabilidade do minério tal e qual 16 g de ouro por tonelada ou mais".

O CBD, na análise dos níveis negros, detectou teores importantes de ouro, atingindo 500 g/t.

A mina das Banjas é a única onde pudemos observar ouro visível, em quantidade apreciável. Contudo, não se deverá esquecer que a mina foi reaberta e limpa e nela foi possível fazer um estudo muito mais pormenorizado que nos outros casos".

Apesar dos excelentes resultados obtidos na análise de amostras, todos os trabalhos realizados em níveis inferiores aos alcançados em época romana deram como resultado um notável empobrecimento da mineralização, pelo que as explorações mineiras foram abandonadas em pouco tempo, ainda que, mais pelas limitações do rendimento da exploração subterrânea do que pela falta de reservas.

5. PRINCIPAIS CONCLUSÕES SOBRE A MINERAÇÃO ROMANA DA SERRA DAS BANJAS

Nos últimos anos a realização de trabalhos de investigação geo-arqueológica (Félix 2008) no Concelho de Paredes têm contribuído para o melhor e mais actualizado conhecimento desta área. Todos os vestígios analisados de mineração antiga sobre estes filões mostram que estes foram trabalhados desde o afloramento até muitas dezenas de metros de profundidade, pelo que se escavaram num primeiro momento grandes trincheiras a partir da superfície, passando depois, imediatamente, para um sistema de galerias e poços de secção quadrangular (1,5 – 2 m), que permitiu a evacuação das águas e do minério, assim como uma ventilação adequada (Figs. 4a e b).

Apesar da profusão dos poços verticais, que podem encontrar-se em número superior a trinta, com profundidades que chegam a alcançar os 60 metros, as galerias marcam sempre as estruturas principais destas explorações, dada a sua função de acesso à mineralização e drenagem das águas subterrâneas, além de permitirem um adequado circuito de ventilação entre os níveis superiores e inferiores. O local, preferencialmente, escolhido para as galerias era o fundo dos vales, nas margens dos rios, embora os grandes desníveis topográficos obrigassem a estruturar as explorações subterrâneas em diferentes alturas sobrepostas, com uma progressão descendente.

A importância destas galerias é, também, atestada pela presença sistemática, na envolvente da boca das minas, de vestígios de instalações para a moagem do

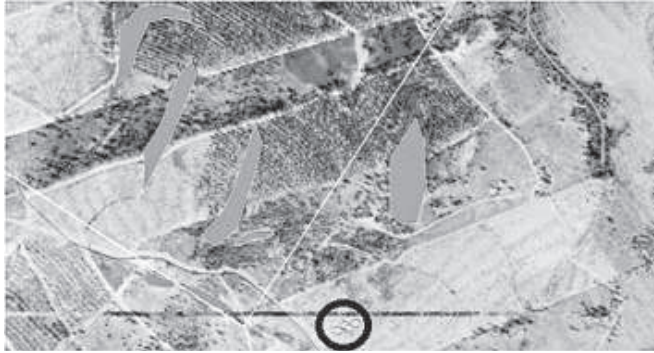



Figura 4.
a – Vista do levantamento SIG dos desmontes a céu aberto e de um conjunto de 4 poços verticais (assinalados dentro do círculo).

Figura 4.
b – Vista no terreno do conjunto dos 4 poços, depois do incêndio de 2005.

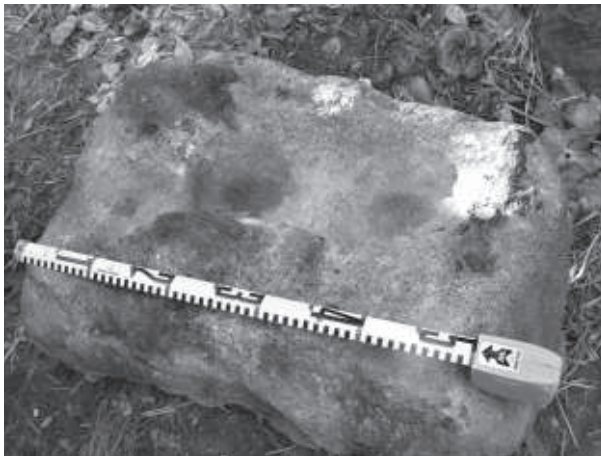



Figura 5.
Apiloador múltiplo granítico (Santa Comba).

quartzo aurífero, de onde se pôde documentar diferentes tipos de moinhos circulares, todos produzidos em rochas graníticas, e as bases individuais de apiloadores, que aproveitaram para a sua realização blocos de quartzito ou arenito muito compacto. Ao contrário de outras minas em jazigos primários, como o caso de Trêsminas (Vila Real), ainda se desconhece a existência de bases de moinhos múltiplos que implicariam uma mecanização do processo de moagem, embora se tenha documentado a presença de uma base destas, na envolvente da serra das Banjas (Santa Comba), tipologicamente adequada para a função, mas descontextualizada das minas romanas (Fig. 5).

A descoberta sistemática destes elementos para a moagem do quartzo aurífero em todas as galerias de origem romana contrasta com o modelo anterior proposto por Soeiro (1984), em que sugere que este trabalho estaria centralizado no local

conhecido por Outeiro da Mó, onde se regista uma notável abundância destes moinhos.

A relação técnica entre os poços verticais e as galerias não está muito clara, uma vez que se encontra sujeita a múltiplos casos e interpretações. Por um lado, há poços que acedem directamente a galerias, sem nenhuma conexão com as zonas mineralizadas, reflectindo um esquema clássico de traçado-ventilação, que permitiria uma maior velocidade e precisão no traçado das galerias; por outro lado, encontramos poços verticais que se encontram directamente sobre a mineralização, podendo ser ou não cortados pelo avanço de explorações posteriores. Isto levanta numerosas alternativas funcionais para os sistemas de poços, como a prospecção, extracção, ventilação, etc., que seria necessário avaliar para cada situação particular, no caso de se dispor de dados suficientes. Porém, nem sempre é fácil realizar um estudo abrangente, perante a impossibilidade de aceder ao final destes trabalhos devido à colmatação, deslizamentos ou derrubes. Constatou-se também, em alguns casos, a existência de degraus escavados em paredes opostas dos poços, utilizados para permitir a descida de uma pessoa, embora o padrão normal seja a construção de paredes lisas em secções de mais de 1,5 metros de largura e a utilização de um sistema de elevação situado no exterior para a circulação de materiais e pessoas pelo poço, pelo menos durante a fase de construção.

Os únicos poços gémeos que se encontraram, até ao momento, na Serra das Banjas, estão situados na parte mais alta da concessão Vargem da Raposa. Trata-se de dois pares muito próximos entre si, cuja profundidade ultrapassa os 20 metros. A função desta singular disposição dos poços é uma questão ainda por determinar, distanciando-nos premeditadamente dos argumentos anteriores como a ventilação (Domergue 1970) ou o aprofundamento em paralelo em condições de aparecimento de água (Allan 1965).

Foi possível documentar, em alguns casos, a antiga existência à superfície de estruturas sólidas de cobertura dos filões escavados, com o propósito de evitar a queda de qualquer objecto no interior das zonas de trabalho. Como medida de segurança, também se pode observar sistematicamente a utilização de suportes de madeira colocados horizontalmente, trabalhando a compressão para evitar a convergência de hasteais nas escavações onde se extraiu completamente o filão. Estes suportes encontram-se situados em grupos sensivelmente horizontais, no entanto a diferentes níveis, pelo que marcam a progressão descendente da exploração. Todavia, não foi possível observar vestígios de nenhum deles *in situ*, dada a escassa durabilidade da madeira nestas condições extremas. No entanto, permanecem muito claras as marcas da sua localização exacta pelos sulcos que eram necessários realizar nas paredes, para garantir o seu correcto assentamento nos trabalhos verticais. Esta

Figura 6.
Exemplo de galeria que sugere ter crescido a partir dos poços verticais (quadrados).

técnica permaneceu até à actualidade aplicada com profusão em muitas minas de metal artesanais ou aquelas que trabalham em camadas de carvão.

Sobre a existência de trabalhos mineiros realizados a níveis inferiores ao freático, em que seria necessário a utilização de sistemas mecânicos de elevação da água, desconhece-se até ao momento esta possibilidade.

Os trabalhos de prospecção mineira recentes têm desentulhado antigos trabalhos. Merece especial atenção uma galeria que foi descoberta pela medição de profundidades de 3 poços diferentes, que depois de descontada à cota correspondente, davam a mesma cota horizontal de aproximadamente 250 metros de altitude (Paulo Ferraz, comunicação pessoal). Para além disso, as galerias a cerca de meia distância entre os poços verticais, apresentam desvios quer na horizontal (Fig. 6), quer na vertical, sugerindo que pelo menos algumas galerias seriam construídas por equipas diferentes, a partir dos poços verticais.

É necessário prosseguir com o levantamento sistemático das evidências, que permita uma planificação de possíveis campanhas de sondagem/escavação, de modo a obter conhecimentos mais precisos da actividade de mineração em época romana e da sua relação com o povoamento.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. C. (1965). A mineração em Portugal na Antiguidade. *Bol. Min.* 2(3). 1-37.

ANDRADA E SILVA, J. B. de (1814-15(?)). Memória Minerográfica da Serra que decorre de Santa Justa até Santa Comba e suas vizinhanças na província do Minho. In VARELA, A. G., LOPES, M. M. & FONSECA, M. R. F. (2002). *Os minerais são uma fonte de conhecimento e de riquezas: As memórias mineralógicas produzidas por José Bonifácio de Andrada e Silva*. Rio de Janeiro. História, Ciências, Saúde. 9(2). p. 405-426.

BARREIRO, J. (1922-1924). *Monografia de Paredes*. Porto. p. 520 e 664.

CARVALHO, J. S. & FERREIRA, O. V. (1954). Algumas Lavras Auríferas Romanas. *Estudos, Notas e Trabalhos*. 9(1-4). 20-57.

COMBES, A.; CASSARD, D.; COUTO, H.; DAMIÃO, J.; FERRAZ, P. & URIEN, P. (1992). Caractérisation structurale des minéralisations aurifères de l'Arénigien dans la région de Valongo (Baixo Douro, Portugal). *Chron. Rech. min.* 509. 3-15.

COSTA, P. A. C. (1706). *Corografia Portugueza e Descripcam Topografica*. Braga: Ed. II. 1. p. 331.

COUTO, H. (1993). *As mineralizações de Sb-Au da região Dúrico-Beirã*. 2 Vols. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

COUTO, H.; ROGER, G. & SODRÉ BORGES, F. (2003). Mina das Banjas: contributos para o conhecimento e do Ordovícico do Anticlinal de Valongo. *Ciências da Terra* (UNL). Lisboa. nº esp. V. CD-ROM. C28-C31.

COUTO, H. (2010). Mineralizações auríferas associadas a níveis de ferro do Ordovícico Inferior da região Dúrico-Beirã. In *Actas do X Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*. p. 217-223.

DOMERGUE, C. (1970). Les exploitations aurifères du nord ouest de la Péninsule Ibérique sous l'occupation romaine. In *VI Congreso Internacional de Mineria. La Mineria Hispana e Ibero Americana*. León: Cátedra de San Isidoro. 1. p. 151-193.

FÉLIX, N. (2008). *Contribuições para o estudo do Património Geológico e Mineiro do Concelho de Paredes*. Porto: Universidade do Porto. Tese de mestrado.

MONTEIRO, S. & BARATA, J.A. (1889). *Exposição Nacional de Industrias Fabris. Catálogo Descritivo da Secção de Minas – Grupo I e II*. Lisboa. p. 224 e sg.

PRILL, A. (1935). *Report on the Banjas mine near Porto, Portugal*. 8 pp.

SILVA, M. A.; FÉLIX, N.; CARVALHO, L.; LIMA, A. & GUERNER DIAS, A. (2011). O papel do Município de Paredes na valorização do património geomineiro. Contributo dos Sistemas de Informação Geográfica. In *Encontro Arqueologia e Autarquias*. Cascais. p. 183-198.

SOEIRO, T. (1984). Monte Mózinho– Apontamentos Sobre a Ocupação entre Sousa e Tâmega em Época Romana. *Bol. Munic. Cult.* 3ª Ser. 1. 108-121.

TEIXEIRA, C. (1941). Notas arqueológicas sobre as minas de ouro das Banjas (Serra de Valongo). *Prisma.* 5. 24-25.

TRANOY, A. (1977). A propos des «*Callaeci*» de Pline: épigraphie et peuplement. *Bracara Augusta*. Braga. 31. 225 e seg.

VASCONCELLOS, J. L (1921-1922). Três Inscrições. II. Inscrição romana de Santa Comba (Paredes). *O Arqueólogo Português*. 25. 248-249.

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA MINERAÇÃO ROMANA DE OURO NA SERRA DAS BANJAS (NORTE DE PORTUGAL)

Resumo: A Serra das Banjas é conhecida pelos seus importantes vestígios de Mineração de Época Romana que se pode encontrar em extensa bibliografia. Neste trabalho é dado especial destaque à investigação que tem sido levada a cabo na Serra das Banjas recentemente pelos autores. Partiu-se de cartografia anterior, nomeadamente a que diz respeito às seguintes concessões mineiras: Vale do Braçal, Vale Fundo, Serra de Montezelo e Vargem da Raposa.

Estes complexos mineiros foram integrados num SIG, com a cartografia anterior e os levantamentos no terreno de desmontes a céu aberto e subterrâneos. Destacam-se os poços que mereceram visitas só acessíveis com técnicas de espeleologia. Associado a estes complexos encontram-se muitos vestígios de vários tipos de britadores em quartzito e mós rotativas em granito.

Junto aos vestígios que revelam a componente de tratamento do minério surgem evidências que apontam para a existência de estruturas habitacionais/oficinais, como fragmentos de tégula, de cerâmica comum e *sigillata*.

Palavras-Chave: Minas de ouro, Romanos, Paredes.

Abstract: Banjas Hills are known for their important vestiges of Roman Mining that we could found easily in the bibliography. The present work focus in recent research done by the authors in these hills. The work start from ancient mapping of mining concessions: Vale do Braçal, Vale Fundo, Serra de Montezelo and Vargem da Raposa.

These mining complexes were integrated in GIS project, with ancient cartography and actual survey of open pit and underground works. The shafts were visited using speleologist tactics. Associated to these mining complexes were found many vestiges of quartzite and granite mills.

Close to these ore treatment vestiges there are evidences of habitation /officinal structures, with tegula, *sigillata* and other common ceramics.

Keywords: Gold mines, Romans, Paredes.

CHÃO DAS SERVAS NO PANORAMA MINEIRO DO RIO OCREZA (VILA VELHA DE RÓDÃO)

SUSANA RODRIGUES COSME[1]

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do EIA em fase de EP do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alvito (Vila Velha e Ródão e Castelo Branco) foram identificados/relocalizados 4 sítios arqueológicos que, por serem alvo de afectação directa (submersão) pelo enchimento da albufeira, foram sujeitos à realização de sondagens de avaliação do seu potencial arqueológico.

Os sítios identificados e intervencionados foram:

1 – Chão de Servas/Vale 9 (CNS 21818), possível povoado;
2 – Casarões do Vale 5 (CNS 27426), possível povoado;
3 – Ponte de Bugios1.17, conheira;
4 – Várzea Grande 10, conheira.

Os trabalhos nos 4 sítios foram realizados pela empresa de arqueologia ZEPHYROS, para a EDP. Iniciaram-se a 4 de Agosto de 2010 e terminaram a 2 de Outubro de 2010, num total de 44 dias úteis de trabalho e de uma área de 240 m^2 intervencionados. De referir que o estudo destes locais se encontra em fase inicial e que se prevêem trabalhos futuros, já que não foi possível, entre outras coisas, localizar com precisão o povoado relacionado com a actividade mineira/metalúrgica na zona.

[1] Arqueóloga. Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. susanarodriguescosme@gmail.com

Chamámos a este trabalho Chão das Servas no panorama mineiro do rio Ocreza, já que é este o topónimo geral da área com atributos comuns, nomeadamente a cronologia e actividade económica praticada (Catarino 2003).

2. CHÃO DAS SERVAS 9 [CHS9.10]

O sítio do Chão das Servas 9 localiza-se na freguesia e concelho de Vila Velha de Ródão, na margem esquerda do rio Ocreza, onde este faz um meandro.

Implantada na Carta Militar de Portugal 1:25 000, nº 303 (Fig. 1), com as coordenadas de M – 35528.88 e P – 6930.97 (canto inferior esquerdo da sondagem 6), trata-se de uma zona que, ao longo dos anos, foi alvo de uma densa actividade florestal e agrícola com lavras frequentes. Hoje, uma parte da área encontra-se com vegetação arbustiva intensa, composta por alguns pinheiros enquanto a outra

Figura 1.
Excerto da Carta Militar de Portugal 1:25 000, n.º 303, com a localização dos sítios intervencionados.

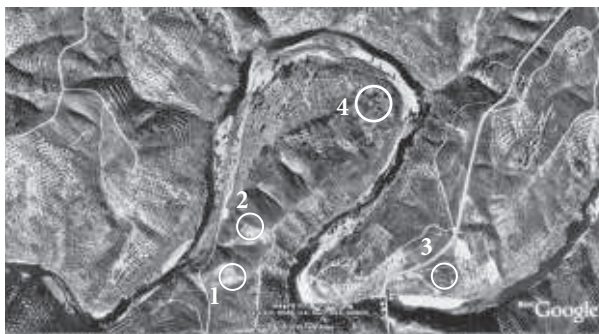



Figura 2.
Excerto do ortofotomapa retirado do Google earth 2010 (www.google.com), com a localização dos sítios intervencionados.

foi completamente surribada para o plantio de eucaliptos (Carvalho *et al.* 2006). Acham-se materiais cerâmicos de época romana à superfície, essencialmente material de construção e cerâmica comum muito rolada. O acesso ao local faz-se pela estrada n.º 546, entre Sarnadinha e Bugios (Fig. 2).

Nas 10 sondagens arqueológicas realizadas foram intervencionados 20 m^2. A sequência estratigráfica é bastante pobre em quase todas as sondagens, registando-se uma ou duas camadas de um sedimento areno-argiloso castanho. Este sedimento apresenta vestígios de ter sido revolvido ao longo dos anos pela actividade agrícola. É aí que se detectam os materiais arqueológicos, num total de 144 fragmentos composto por material cerâmico e lítico, sendo que, o primeiro varia entre o período contemporâneo (19 fragmentos) e romano (94 fragmentos). É mais difícil de aferir a cronologia do material lítico com talhe, que pode ser de cronologia pré-histórica. Destaca-se, ainda, a amostra de carvão recolhida na sondagem 3 e o fragmento de escória de ferro recolhido na sondagem 5.

Em suma, o material caracteriza-se essencialmente por estar bastante rolado, ser essencialmente de cronologia romana e ter sido detectado em camadas superficiais sujeitas à acção do arado.

Sob as camadas com materiais arqueológicos detectaram-se depósitos muito compactos e argilosos resultantes da desagregação da rocha-base (xisto). Nestes depósitos não foram exumados materiais arqueológicos embora no topo de algumas se tenham recolhido alguns materiais líticos com vestígios de talhe.

De salientar que as sondagens 6, 7, 8 e 10 foram as que forneceram mais material arqueológico, embora nunca associados a estruturas ou níveis estratigráficos relacionáveis com a ocupação humana no local.

Nas Sondagens 9 e 10, foram detectados depósitos de placas de xisto sobre níveis de seixos (conhos) rolados em quartzo e quartzito o que pode indicar ter sido uma zona sujeita a exploração de filões de quartzo.

3. CASARÕES DO VALE 5 [CV5.10]

O sítio dos Casarões do Vale 5, localiza-se na freguesia e concelho de Vila Velha de Ródão, na margem esquerda do rio Ocreza, onde este faz um meandro, implantando-se na Carta Militar de Portugal 1:25 000, nº 303 (Fig. 1), com as coordenadas de M – 35472.07 e P – 7027.19 (canto inferior esquerdo da sondagem 6).

Trata-se de um local inserido numa plataforma quase no alto da cumeada, onde se estreita o meandro do rio, com vista privilegiada para Oeste e Este e boa visibilidade para as cumeadas das Portas de Almourão.

O acesso ao local faz-se pela estrada n.º 546, entre Sarnadinha e Bugios (Fig. 2).

Após a realização de sondagens, com aproximadamente 22 m^2, em Casarões do Vale 2, podem apontar-se duas zonas distintas de ocupação.

Uma correspondente às sondagens 1, 2, 3, 4 e 5 que, pela datação dos materiais cerâmicos, terá ocorrido, pelo menos, desde finais do século XVI aos inícios do século XVII. Quanto à funcionalidade deste espaço, não foi possível fazer qualquer tipo de apreciação, já que seria necessária uma limpeza de todas as estruturas e o seu levantamento gráfico e topográfico, para além de mais alguma sondagem avaliativa ao longo do espaço edificado.

Uma segunda zona, abarcando as sondagens 6, 7, 8, 9 e 10, teria uma ocupação desde a época romana, a avaliar pela tipologia das estruturas (muros U.E.-005, U.E.-006, U.E.-007 e U.E.-008) e dos buracos de poste da sondagem 6, embora não tenham sido exumados materiais arqueológicos desta época. A funcionalidade das estruturas detectadas poderá correlacionar-se com a delimitação de espaços talvez ligados à metalurgia. A observação dos buracos de poste associados à falta de material de construção de época romana parece indicar a presença de telhados perecíveis. Mais uma vez se preconiza a necessidade de realizar uma limpeza da densa vegetação (esteva) na encosta do monte, para se poderem identificar mais estruturas e se localizarem pontos-chave para a realização de novas sondagens aferidoras da cronologia e funcionalidade deste local.

A potência estratigráfica é mínima e apresenta muitas camadas de derrubes de pedras, principalmente nas sondagens 2, 3, 4 e 5. É nestas sondagens que surgem a maior quantidade de materiais arqueológicos, quer cerâmicas comuns quer materiais de construção de cobertura (telhas). Neste último caso conclui-se que esses espaços tiverem cobertura de telhas. Quanto à cronologia do espólio cerâmico, ele é, essencialmente, de época moderna/contemporânea, salientando-se as faianças que não são recentes, nem de fábrica, remontando ao século XVI ou XVII. Quanto

Figura 3.
U.E.-604 da sondagem 6 dos Casarões do Vale 5, onde se pode ver um muro em xisto de época romana e dois buracos de poste a ele associados.

à funcionalidade deste espólio trata-se essencialmente de louça de cozinha, não se encontrando representadas peças de armazenamento.

Embora os muros das sondagens 6, 7, 8 e 9 nos pareçam tipologicamente de cronologia romana, não surgiram materiais desta época nesta intervenção. Salientamos, nesta zona, o muro (U.E.-005) que assenta directamente na rocha-base (xisto), não tendo sido detectada qualquer tipo de vala de fundação. É construído em alvenaria seca com uma argamassa de terra argilosa como ligante, uma altura máxima, na sondagem 6, de 34 cm e uma largura máxima entre 45 cm e 50 cm. Associado a este muro foram detectados dois buracos de poste com enchimento de pedras fincadas e terra castanha (Fig. 3).

O espólio exumado é constituído por 333 fragmentos, dos quais 76 de cerâmica comum, 2 de faiança, 3 de vidrados de chumbo, 247 de material de construção, 1 prego, 3 quartzitos e 1 quartzo.

4. PONTE DE BUGIOS 1.17 [PB1.17.10]

O sítio de Ponte de Bugios 1. 17, localiza-se na freguesia de Santo André das Tojeiras, concelho de Castelo Branco, na margem direita do rio Ocreza, onde este faz um meandro.

Implanta-se na Carta Militar de Portugal 1:25 000, nº 303 (Fig. 1), com as coordenadas de M – 35978.52 e P – 7116.94 (canto superior direito da sondagem 5).

Toda a zona mostra vestígios de desmonte e vêem-se vários amontoados de calhaus rolados (nesta zona conhecidos por conhos) em quartzito, quartzo e placas de xisto. É nesta área de conheiras que se implantaram os 100 m^2 de sondagens arqueológicas.

O acesso ao local faz-se pela estrada n.º 546, entre Sarnadinha e Bugios (Fig. 2).

Do espólio identificado, essencialmente na sondagem 3, conclui-se que apenas na zona do canal se exumaram materiais de cronologia romana. São peças pequenas, materiais cerâmicos de uso comum de cozinha, como potes, panelas e jarros obtidas por cozedura oxidante e de fabrico local. Não se exumaram materiais de excepção ou de importação.

Após a realização de 7 sondagens, confirma-se que a área em questão foi intensamente alterada pela exploração mineira do ouro de aluvião, e também pela exploração filoniana.

Foi identificada uma depressão entre a sondagem 1 e a 4 cujo ponto com maior potência estratigráfica se encontra na sondagem 3. Esta última foi a única que não foi intervencionada até à rocha-base, apesar dos níveis estratigráficos ainda fornecerem espólio arqueológico, nomeadamente cerâmico e de cronologia romana. Foram recolhidos materiais líticos e amostras de sedimentos para a realização de análises.

O aparecimento nas sondagens de camadas compostas por placas de xisto parece estar relacionado com zonas de extracção de veios de quartzo inseridos no xisto. Assim, nas sondagens 5, 6 e 7 podem ter existido duas formas de exploração do ouro: filoniana e garimpo de areias no rio e nos seus canais de derivação (Martins 2008).

5. VÁRZEA 10 [VRZ10.10]

O sítio da Várzea 10, localiza-se na freguesia e concelho de Vila Velha de Ródão, na margem direita do rio Ocreza, onde este faz um meandro.

Implanta-se na Carta Militar de Portugal 1:25 000, nº 303 (Fig. 1), com as coordenadas de M – 35837.85 e P – 7542.67 (canto superior direito da sondagem 1 – Zona 1) e M – 35726.59 e P – 7449.68.67 (canto inferior direito da sondagem 7 – Zona 2).

O acesso ao local faz-se pela estrada n.º 546, entre Sarnadinha e Bugios (Fig. 2).

Após a realização de 7 sondagens, em duas zonas de conheiras, perfazendo 100 m^2, concluiu-se estar na presença de uma área profusamente alterada pelos trabalhos mineiros, uma vez mais relacionados com a recolha de ouro aluvionar e extracção filoniana, correlacionada com as placas de xisto detectadas (Fig. 4). As sondagens 1, 2 e 3 mostram igualmente as duas formas de exploração do ouro já anteriormente mencionadas.

Não foram exumados materiais arqueológicos nas sondagens. Apenas foram recolhidas amostras de terra e um fragmento de xisto com nódulos negros para análise.

Foi identificado um canal paralelo ao rio, na sondagem 4, cheio de seixos e níveis de argilas e areias (Fig. 5).

Figura 4.
U.E.-201 da sondagem 2 da Várzea 10, camada de placas de xisto.

Na sondagem 7 foram identificados, em corte, níveis de argilas rubfactadas e níveis de cinzas, numa zona circunscrita sobre os níveis de conheiras (seixos em quartzo e quartzito). Embora não se tenham detectado materiais arqueológicos, parece ter sido uma zona aplanada pela acção humana, com a possibilidade de ter sido um acampamento sazonal (Fig. 6).

Figura 5.
U.E.-410 da sondagem 4 da Várzea 10, enchimento de um canal com cerca de 3 m de largura, escavado na rocha.

Figura 6.
Corte Norte da Sondagem 7 da Várzea 10, com camada de depósito de seixos de quartzo e quartzito resultantes do processo de mineração de aluvião.

6. CONCLUSÕES

Do exposto, e embora em fase inicial dos trabalhos por se terem realizado apenas sondagens avaliativas do potencial estratigráfico e científico dos locais, fica-nos a convicção da existência na Várzea e na Ponte de Bugios de duas formas de exploração do ouro: uma em jazigo secundário (aluvionar), que é predominante, a outra em primário (filoniana) (Martins 2008).

Quanto a possíveis sítios de ocupação, verificou-se que em Chão das Servas os vestígios de superfície parecem ser oriundos de escorrimentos ou de transporte. No entanto, foi detectada nos Casarões do Vale uma possível ocupação humana, e uma temporária na Várzea, dados que terão de ser comprovados em trabalhos futuros.

Para além das intervenções arqueológicas, também se efectuaram análises de fluorescência de raios X, na Contrastaria do Porto, em amostras de escórias e quartzos da Ponte de Bugios, cujos resultados se publicarão futuramente.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, N.; CUNHA, P. P.; MARTINS, A. A. & TAVARES, A. (2006). Caracterização geológica e geomorfológica de Vila Velha de Ródão. Contribuição para o ordenamento e sustentabilidade municipal. *AÇAFA*. 7.

CATARINO, M. L. R. (2003). *Foz do Cobrão. Os ancestrais de hoje e de amanhã*. Montemor-o-Velho: Grupo dos Amigos da Foz do Cobrão.

MARTINS, C. M. B. (2008). *A Exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal*. Cadernos de Arqueologia. Monografias 14. Braga: Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais.

Resumo: De Chão das Servas fazem parte os sítios arqueológicos de Casarões do Vale, Chão das Servas, Várzea e Ponte dos Bugios 1, pertencentes à freguesia e concelho de Vila Velha de Ródão, distrito de Castelo Branco. Os locais intervencionados situam-se num meandro do rio Ocreza, junto à ponte de Bugios, onde se podem ver diversas zonas de conheiras, quer na margem esquerda quer na margem direita do rio, estando o possível povoado no topo da cumeada e numa plataforma virada a Sudeste.
A actividade mineira direccionada para a obtenção do minério ouro consubstancia-se nos seguintes tipos de exploração: em jazigo primário, remoção dos filões quartzíticos com rocha encaixante xistosa; depósitos sedimentares e aluvionares, particularmente no rio Ocreza.

Palavras-chave: Povoamento romano, Exploração mineira, Jazigos primários e secundários.

Abstract: Chão das Servas is constituted by the archaeological sites of Casarões do Vale, Chão das Servas, Várzea and Ponte dos Bugios 1, all located in the parish and municipality of Vila Velha do Ródão, district of Castelo Branco. The intervened sites are located in a meander of the River Ocreza, near the Bugios bridge, where can be seen several areas of "conheiras" either on the left or the right bank of the river, while the possible village is on top of th ridge and on a plateau facing Southeast. The mining sector is targeted to obtain the gold ore in the following type of exploration: primary veins removal from the quartz veins into schistose rock embedding; secondary deposits ("conheiras"); and alluvial deposits.

Key-words: Roman settlement, Mining exploration, Primary veins and secondary deposits.

UNA APROXIMACIÓN ETNOARQUEOLÓGICA AL TRABAJO DEL ESTAÑO EN EL VALLE DEL RÍO RIBEIRA Y LA ZONA DEL TAMEIRÓN (A GUDIÑA, OURENSE, NW PENINSULAR)

CRISTINA ISAURA FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ[1]

1. INTRODUCCIÓN A LA GEOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.1. Contexto geográfico-regional

El ayuntamiento orensano de A Gudiña se sitúa en la zona sureste de la provincia de Ourense, en la esquina o vértice entre el Tras-Os-Montes portugués y la provincia de Zamora, al noroeste de la Península Ibérica (Fig. 1). Junto con el de A Mezquita conforma un amplio territorio denominado As Frieiras, perteneciente a la comarca de Viana do Bolo[2].

Las tierras de A Gudiña presentan un gran altitud media, rondando los mil metros, y se inscriben en los contrafuertes de las sierras orientales gallegas que dan paso a la Alta Sanabria zamorana. Distinguimos dos sistemas montañosos que enmarcan una superficie de aplanamiento en el centro del ayuntamiento; por un lado y en el área nordeste, la Serra do Canizo (con su cumbre en el Alto dos Chanos, 1445 metros); al oeste aparece el Macizo de la Serra de Queixa-Manzaneda

[1] *Facultad de Historia de Ourense. GEAAT, Facultad de Historia (Universidad de Vigo).* cristinaifernandez@alumnos.uvigo.es

[2] A pesar de pertenecer comarcalmente a Viana do Bolo y al partido judicial de Verín, los Ayuntamientos de A Gudiña y A Mezquita manifiestan una individualidad propia que se observa en la designación Comarca das Frieiras (Pungín 2007, p. 11). Por otro lado y a causa de esta situación, es necesario citar las dificultades que tuvieron Rivas y Cruz (2004, p. 15) para concretar los límites territoriales de la comarca.

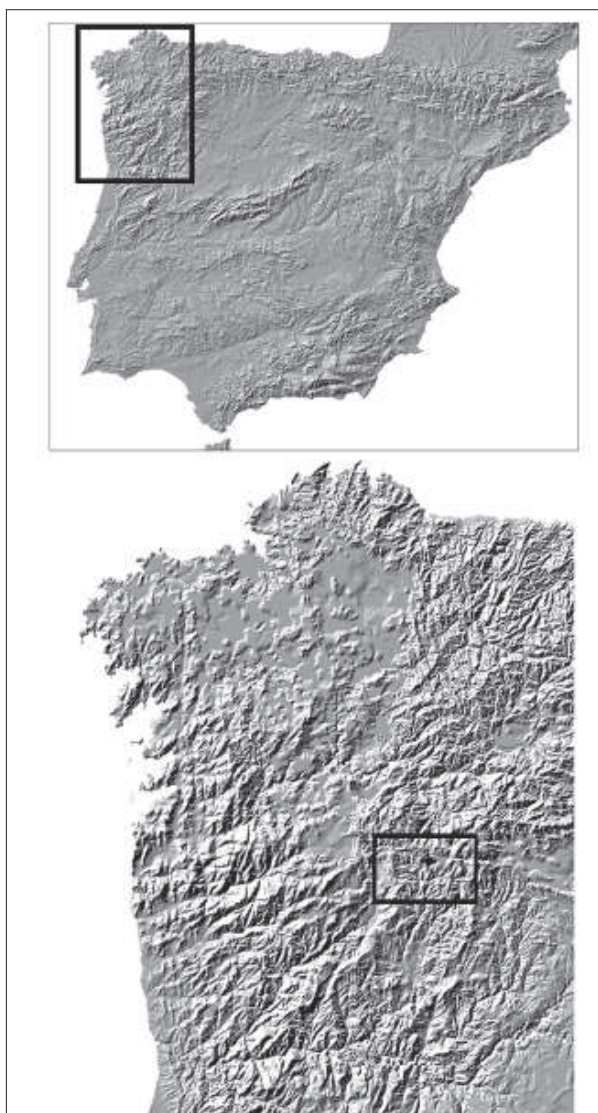



Figura 1.
Ubicación de la comarca de As Frieiras.

(cuyas mayores altitudes, en el Parque Natural do Invernadoiro –1600 m – ya se encuentran fuera del ayuntamiento). La superficie de aplanamiento o penillanura se ve alterada por el encajamiento de los valles que la diseccionan[3].

La red de drenaje es amplia y se divide entre las cuencas del Duero y del Sil. Excepto el Camba que tributa a la cuenca del Sil, el resto de los ríos, como el Ribeira,

[3] La morfología del relieve se analiza de un modo mas minucioso en el trabajo de Pungín García (2007, p. 12-13).

Figura 2.
Mapa geológico con señalización del área de estudio.

Mente y Diabredo, pertenecen a la cuenca del Duero. Estos cursos fluviales tienen escaso caudal pero formas muy encajadas.

Desde el punto de vista del clima, se encuadra dentro de los descritos por Pérez Alberti (1982, p. 94) en el dominio oceánico de montaña, debido a su situación en el interior de Galicia, lejos de la influencia del mar y sobre todo por su elevada altitud media. Esta elevada altitud es el principal condicionante del régimen pluviométrico, caracterizado por bajas temperaturas y precipitaciones notables. Los inviernos se definen por su crudeza (representada en las heladas y nieblas a causa de la inversión térmica); los veranos son frescos alejados del excesivo calor de los climas continentales.

Según la ya tradicional clasificación de Lötze (1945), la zona estannífera del Ourense sudoriental queda incluida en la orogenia hercínica de finales de la Era Paleozoica. Forma parte del Macizo Hespérico y concretamente se inscribe en la zona de la Galicia Central-Tras Os Montes, que está a su vez inserta en el dominio esquisto-grauváquico. Tenemos así un área dominada por dos grandes sistemas litológicos, quedando el río Ribeira en el espacio de transición entre ambos; de este modo, la zona que abarca el margen oriental del río comprenderá el complejo granítico (el área de valles encajados y la zona del Tameirón). En el margen occidental del río encontramos el complejo metamórfico (que se expande también por la Serra do Canizo y la zona del Tameirón) (Fig. 2). Asimismo, es necesario

mencionar la presencia de rocas filonianas dentro de estos dos grandes complejos, aunque de forma minoritaria. Estas aparecen en pequeñas franjas en torno a la zona de Pentes y al valle del río Ribeira.

1.2. La zona estannífera del Ourense sudoriental

Se debe hacer un necesario acercamiento, en primer lugar, a la riqueza estannífera de la provincia de Ourense para, por otro lado conocer los criaderos de estaño existentes en el área inmediatamente limítrofe a nuestra zona de estudio (Ayuntamientos de Verín, Monterrei y Viana do Bolo). Se diferencian fundamentalmente tres importantes áreas en la provincia ourensana: las comarcas de Avión y Beariz, la cuenca del Támega y el grupo Penouta– Ramilo-Barxa. Dada la proximidad del área tamegana nos centraremos en esta, sin embargo, es necesario referir que los criaderos de Avión y Beariz sufrieron una intensa explotación, sobre todo en la década de 1940/1950, siendo las primordiales zonas de aprovechamiento Magros y Marcofán. En estos yacimientos la casiterita se presenta en filones de cuarzo en encajante granítico, siendo la paragénesis frecuente la wolframita y la scheelita (Castroviejo 1974).

En los relativo a los depósitos estanníferos sudorientales, fueron objeto de análisis de dentro de los trabajos de Antonio Meijide Pardo (Meijide 1945), que distingue en este territorio dos explotaciones: por un lado, la cuenca del Támega (organizada en los yacimientos de Arcucelos y Vilar de Cervos), y por otro, la explotación integrada por los grupos de Penouta-Ramilo y Barxa (situados secundariamente respecto al valle de Monterrei).

En la cuenca del Támega, el yacimiento minero de Vilar de Cervos (Vilardevós) destaca por la calidad de su mineral siendo la mina de Oteyro explotada de forma sistemática a finales del siglo XVIII por la Real Hacienda, junto con las minas de Picotiño y de Foca. El estaño aflora en filones insertos en los esquistos micáceos, siendo las paragénesis mas frecuentes la casiterita, arsenopirita, azufre y wolframio (Meijide 1945).

En el mismo valle, en Arcucelos (Laza), se explotaron las denominadas Minas del Norte, también en la misma época que las anteriormente mencionadas y también por la Real Hacienda. El estaño, que brota entre las hendiduras graníticas, se presenta en filones de ganga de cuarzo, greisen y diques de pegmatita. En este caso, las paragénesis más habituales son la casiterita, wolframio, mísquipel, scheelita y pirita (Meijide 1945).

El grupo Penouta-Ramilo y Barxa queda ya en una posición más alejada de la influencia del valle del Támega. Conformaría el tercer grupo estannífero de la provincia, tras Avión y el grupo del Támega. Penouta-Ramilo se trata de un depósito

constituido por una masa de leucogranito alterado y caolinizado que presenta una mineralización diseminada de casiterita y columbo-tantalita, existiendo también filones de cuarzo mineralizados en casiterita (Gonzalo & Gracia 1985).

1.3. Características de las masas minerales en el área específica de estudio

Los yacimientos estanníferos en fase de estudio (O Lombo, Valgrande, O Trabisquedo y las Buracas de Covas) son depósitos filonianos que aparecen en una zona de grandes fallas. En la memoria del Mapa Minero-Metalogénico de Galicia (1981) se señala, en la zona del valle que estudiamos, la presencia de pequeños filones de cuarzo con abundante moscovita, óxido de hierro y casiterita de origen hidrotermal. Por otra parte, es conveniente reseñar la no existencia de referencias geológicas y metalogénicas concretas sobre las minas de Trabisquedo y Buracas de Covas en la documentación consultada.

Por otro lado, podemos encontrar una breve caracterización del criadero del Lombo, en Barxa (Gonzalo & Gracia 1985, p. 19), clasificándose como yacimiento de tipo complejo donde la casiterita se encuentra asociada a filones de cuarzo con una disposición geométrica compleja. La densidad de los filones puede ser variable, oscilando la pauta de distribución espacial desde algunos centímetros a más de un metro, mientras que las potencias pueden variar de menos de un centímetro a menos de un metro. Los encajantes son esquistos silúricos, mientras que la paragénesis fundamental es la casiterita, el arsénico y el wolframio (encontrándose también scheelita). En lo que concierne a la mina de Valgrande (Barxa), la casiterita aparece integrada en filones de cuarzo encajados en grandes bancos graníticos, siendo la paragénesis fundamental la casiterita y el arsénico (Meijide 1945).

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Siendo objetivo del estudio que aquí presentamos las explotaciones mineras del valle del río Ribeira en época reciente, es necesario realizar un primer acercamiento a la metodología empleada a la hora de realizar este trabajo. Partimos del empleo de un enfoque interdisciplinar que abarca una múltiple óptica:

1. Revisión cartográfica y bibliográfica. Se considera, de forma inicial, realizar un fundamental y necesario acercamiento al estudio de las fuentes cartográficas. En lo referente a los mapas geológicos y metalogenéticos[4] ambos fuentes de

[4] Hojas 265, 266, 303 y 304 del *Mapa Geológico de España* (1:50 000) y el *Mapa Minero Metalogenético de España* (1:200 000), ambos del IGME, www.igme.es

primer orden ya que señalizaron los indicios mineros y yacimientos de una forma concreta;

2. Vaciado de documentación histórica en el Archivo Histórico Provincial de Ourense (AHPOU), consultando información sobre las explotaciones mineras gudiñesas desde mediados del siglo XIX, hasta pasada la mitad del siglo XX. Mayormente los datos provienen de los fondos de la Delegación Provincial de Industria y Hacienda de Ourense. Consultamos diversos tipos de documentos como el Inventario de Minas, Padrón General de Minas, Expedientes para pagos de canon de minas y Padrones de concesión de minas;
3. Prospección arqueológica directa del terreno con el fin de documentar restos de actividad minera, tanto bajo tierra como en superficie, así como infraestructuras o modificaciones del paisaje natural vinculado con la extracción del mineral;
4. La metodología de la investigación se completo con el desarrollo del trabajo a partir de las fuentes orales. Dentro de los diversos campos de estudio que estas nos ofrecen realizamos una pequeña labor de indagación en el próximo pasado minero de la zona que ocupa nuestro estudio; así buscamos, en la obtención de los datos que estas fuentes nos brindan, el complemento adecuado y necesario a dicho trabajo bibliográfico. Se realizaron encuestas o entrevistas orales a los vecinos con el objetivo de recoger aspectos relativos tanto al emplazamiento de los restos como al estudio microtoponímico de la zona[5], siendo indicador para la localización de alguno de los enclaves mineros aquí estudiados, como las Buracas de Covas. La mayor parte del trabajo se centro en las encuestas a vecinos de la zona que trabajaron con el estaño.

Con todos los datos aportados por las diversas fuentes pudimos realizar una aproximación metodológica multidisciplinar poco frecuente hacia una caracterización integral de los enclaves mineros que nos ocupan. Con criterios semejantes, podemos destacar la investigación de Helena Alves (1999) sobre las Minas da Panasqueira portuguesas, donde recoge el proceso de nacimiento de la explotación, la creación de viviendas y desmantelamiento de estos enclaves mineros. También diversos proyectos de investigación en la península del Barbanza, como el vinculado a los trabajos de etnoarqueología y paleometalurgia de los Castros del Neixón (Ayán *et al.* 2007), o el proyecto desarrollado por el CSIC *Investigación Etnoarqueológica de la industria del wolframio en la comarca del Barbanza*[6]. Por otro lado, también podemos señalar las diversas actividades de la SEDPGYM (Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero).

---

[5] Información consultada del proyecto Toponimia de Galicia http://toponimia.xunta.es

[6] www.delegacion.galicia.csic.es/userfile/file/pdf/barbanza.pdf

3. BALANCE DE LOS RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Características según la revisión cartográfica y bibliográfica

Los estudios a amplia escala y con una orientación económica hacia la identificación de recursos industrialmente explotables que aparecen reflejados en la cartografía no permiten una caracterización real de los recursos disponibles, puesto que ignoran masas de mineral a pequeña escala que en principio pudieron haber abastecido demandas de menor carácter; por eso es imprescindible una aproximación minuciosa a otras fuentes documentales como las descripciones históricas.

La minería en la comarca de As Frieiras fue objeto de atención de diversos investigadores desde la época moderna, comenzando por las diferencias que hizo el Licenciado Molina en la *Descripción del Reyno de Galicia*, las de Larruga en 1744 *(Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España)* o las *Memorias sobre las minas de Galicia y otros productos del Reyno Mineral* (1783) de Xosé Cornide e Saavedra. También Lucas Labrada, en su *Descripción Económica del Reino De Galicia* (1804), realiza numerosas referencias a las minas de estaño del valle del Támega y alguna que otra mención sobre el contrabando en la "raia" frieiresa. También aparece el área descrita en la *Descrición geonóstica del Reino de Galicia*, de Guillermo Schulz, (1835), donde elabora una breve exposición sobre la clasificación petrológica y sobre los tipos de clasificación geológica de este territorio.

En el campo de la arqueología hay que destacar la labor de la Comisión Provincial de Monumentos de Ourense desde los inicios del siglo XX, aportando trabajos como el de Taboada Chivite sobre el hallazgo de los moldes de Erosa (1973) o el estudio de las minas del río Camba por Laureano Prieto (1945), ambos publicados en el Boletín de la Comisión. Es resaltable la síntesis histórica y etnográfica realizada en *Terra das Frieiras* (Rivas & Rodríguez 2004) y las aportaciones relaizadas por Rodriguez Colmenero, con Santiago Ferrer y Álvarez Asorey en su libro *Miliarios e outras inscricións viarias romanas do noroeste hispánico* (2004). Los últimos trabajos realizados sobre el poblamiento de la Edad del Hierro fueron realizados por Pungín (2007).

En el año 2009 se inició el Proyecto Urdiñeira[7]. Dentro de este surgieron diversas líneas de investigación, dentro de una de las cuales se enmarca este trabajo, con el fin de permitir una mejor caracterización de este conjunto desde diversos enfoques.

[7] *Proxecto de intervencion arqueoloxica no monte Urdiñeira e o seu contorno* (*concellos de Riós-A Gudiña, Ourense)* (Ayudas a grupos de investigación del Campus de Ourense – REF2009-INOU-04, Universidade de Vigo), dirigido por Beatriz Comendador Rey (Comendador & Méndez 2008, p. 25-43; Comendador, Manteiga & Rodríguez 2011), y del blog del proyecto http://urdinheira.blogspot.com .

3.2. Vaciado de documentación

La revisión de estos documentos en el AHPOU está terminada y actualmente trabajamos en el volcado y tratamiento digital de la información. Hemos recogido registros de actividad minera desde mediados del siglo XIX (Tabla 1), que manifiestan una intensa explotación de los enclaves mineros de valle del río Ribeira a lo largo de más de un siglo, documentándose las denuncias de pertenencias en los yacimientos mineros por parte de múltiples empresas, compañías e incluso particulares y socie-

Tabla 1. Expedientes de concesión de minas, Delgación de Industria de Orense (AHPOU), años 1856-1961

Delegación Privincial de Industria-Expedientes de Concesión de Minas/1856-1961				
Anos	Nome da mina	Localización	Lugar	Mineral
1856	Agustina	Pentes-Barxa	Pentes-Barxa	Estaño
1861-1862	La Fé	Valgrande	Barxa	Estaño
1861-1862	Nstra. Señora del Amparo	Picoutitño	Pentes	Óxido de estaño
1874-1882	La Concepción	Picoutitño	Pentes	Estaño
1887	Luciana	Retiña	Pentes	Estaño
1888-1895	Segunda Concepción	As Rosadas	Pentes	Estaño
1888-1898	Avisada	Rochas e Picou-titño	Pentes	Estaño
1888-1898	Lucia	Zapadeira	Pentes	Estaño
1888-1898	Concepcion	Picoutitño	Pentes	Estaño
1889	Lucia 2º	Tapadiño	Pentes	Ferro
1889	Michel	Pentes	Pentes	Ferro
1889- 1892	EI Porvenir	Cerro Picoutitño	Pentes	Ferro
1889-1892	Precaucion	Rio de Pentes	Pentes	Ferro
1890-1898	San Manuel	Valgrande	Barxa	Ferro
1898- 1902	LoMejor	Valgrande	Barxa	Ferro
1899-1902	Leonor	Valgrande	Barxa	Ferro
1900	Arribé	Valgrande	Barxa	Estaño
1900	La Bruja	Fragas da Ponte	Barxa	Estaño
1900-1901	Magdalena	Valgrande	Barxa	Ferro
1901	Nstra Señora del Carmen	Herreria de Barja	Barxa	Ferro
1901	La Marsellesa	Valgrande	Barxa	Estaño
1901-1915	La Marsellesa	Valgrande	Barxa	Estaño
1941-1961	Paul		Barxa	Estaño-Wolframio
1941-1961	Marsellesa II	Valgrande	Barxa	Estaño-Wolframio
1941-1961	Prevision		Barxa	Estaño-Wolframio
1942-1961	Demasia a San Juan		Barxa	Estaño-Wolframio
1949-1961	Anduriña		Barxa	Estaño-Wolframio
1953-1961	Barja		Barxa	Estaño-Wolframio

dades mineras. La documentación presenta vacíos entre principios y mediados del siglo XX. Además de encontrarse información sobre el registro y concesión de minas, fue posible consultar los planos de labores de dichos enclaves mineras (Fig. 3).

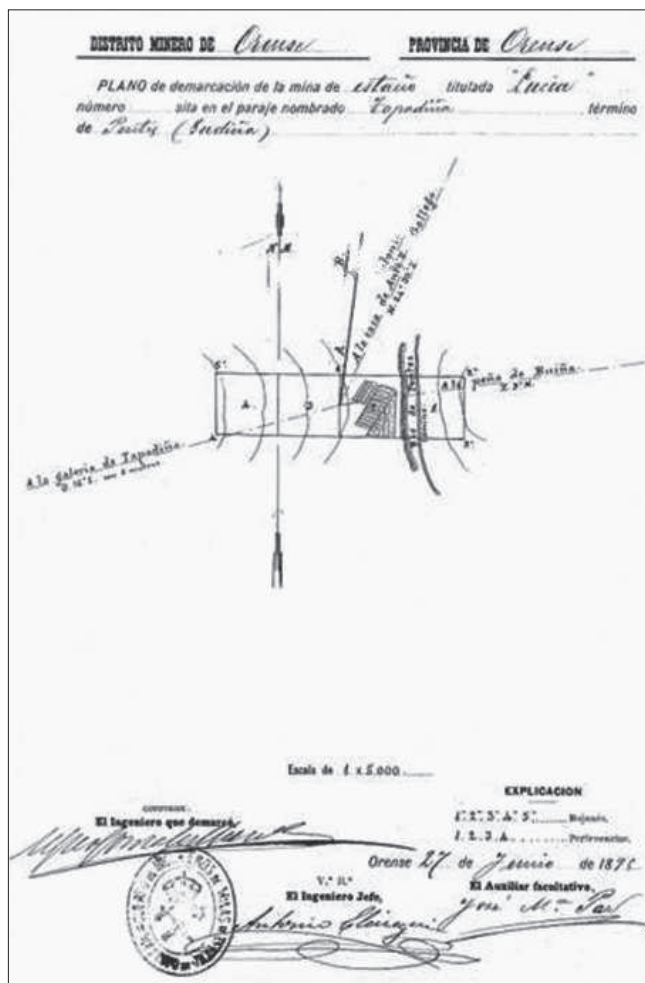



Figura 3.
Plano de labores de las minas. Expediente de concesión de minas (AHPOU).

3.3. Resultados de la prospección arqueológica

Se realizó una prospección del área de las minas sitas en el valle del río: Trabisquedo, Valgrande y o Lombo, tres yacimientos estanníferos situados en un espacio que abarca aproximadamente dos quilómetros. Por otro lado, tras la revisión bibliográfica se pudo localizar otro lugar minero que, por sus características, parece haber sido una explotación minera romana: as Buracas de Covas, en Tameirón (ubicadas en dirección este, aproximadamente a cinco quilómetros de dicho valle).

Por su morfología de explotación y tal como distingue Hunt (1996, p. 5), podemos realizar una división de estos enclaves en dos grupos: explotaciones mineras en galería y explotaciones mineras en trinchera.

Explotaciones mineras en galería

Se englobarían cuatro enclaves: las minas del Trabisquedo (parroquia de Pentes), Valgrande y las minas do Lombo (parroquia de Barxa). Su profusa explicación en época decimonónica es sobradamente constatada a partir de la revisión de la documentación en el AHPOU (Tabla 1), sin embargo, no ha sido posible constatar indicios de actividades mineras ni marcas de herramientas anteriores, exceptuando las marcas de barrena[8], claro indicio de explotación contemporánea (Fig. 4).

En el caso de O Trabisquedo (parroquia de Pentes), ha sido posible constatar la existencia de varias bocas de mina de escasa altura, en la actualidad bastante colmatadas, que se articulan en torno a dos "vías" formando una V. Es necesario mencionar la existencia de una compleja infraestructura externa en este enclave, dotada de lavadero, polvorín, horno y turbina. En las minas de Valgrande (Barxa), a diferencia de las anteriores, todas las bocas confluyen en el mismo sistema de galerías[9], que penetrarían en la tierra ramificándose bastante sin que los corredores excediesen los treinta metros. En el exterior contaba con una serie de edificios administrativos y un puente para transportar los vagones cargados de mineral, un puente que hoy en día es intransitable por su estado ruinoso.

El otro enclave minero en galería es el de las minas de O Lombo, aunque en la prospección no fue posible documentar el interior de las galerías ya que las cuatro bocaminas que revisamos estaban tapiadas, mientras que el resto fueron destruidas por la construcción de la pista forestal que cruza el monte. En superficie es posible encontrar abundantes restos de escombreras, aunque carece de restos significativos de infraestructuras relacionadas con las actividades mineras ya que, y según las informaciones proporcionadas por los trabajadores, se limitaban a varias mesas de lavado con un arcaico sistema de canaletas para una mejor limpieza del mineral, desmanteladas en cuanto se produjo el abandono de los trabajos mineros.

Explotaciones mineras en trinchera

De los enclaves mineros revisados, el único que podríamos clasificar como explotación en trinchera sería el yacimiento de las Buracas de Covas, en la parro-

---

[8] La marca de barrena es indicio de uso de explosivos, aspecto confirmado *a posteriori* por uno de nuestros informantes.

[9] No se ha podido explorar el yacimiento en su totalidad debido a que parte de las galerías estaban anegadas.

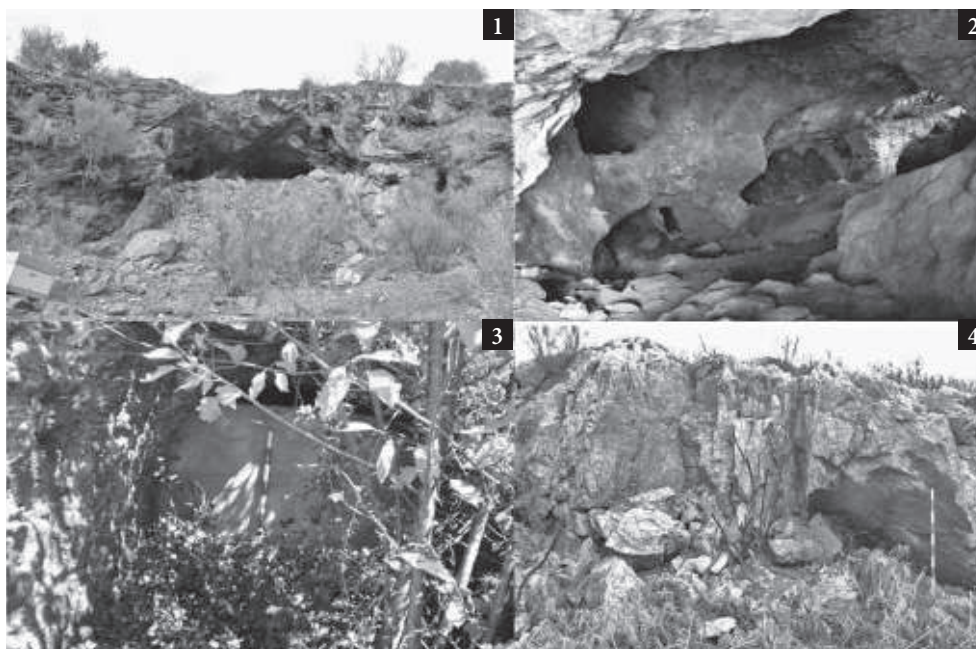



Figura 4. Imagen de las minas, 1 – Trabisquedo, 2 – Valgrande, 3 – O Lombo, 4 – Buracas de Covas.

quia del Tameirón y situado a cinco quilómetros a este de las minas del valle del Ribeira, en la zona denominada "A Chaira", concretamente en el paraje de "Os Morendais". Estamos ante una más que probable explotación romana en trinchera la cual se encuentra muy arrasada, aunque todavía se pueden observar restos de grandes escombreras, así como de los antiguos trabajos que siguen la morfología del filón, si bien la vegetación y la colmatación no han permitido una revisión más exhaustiva. Esta morfología no es coincidente con la información obtenida en las entrevistas realizadas a los vecinos de la zona sobre la existencia de largas galerías mineras, que calificaron como *quilométricas*. No fue posible constatar la existencia de estas galerías y por otro lado, es frecuente en el imaginario rural la presencia de leyendas que hablan de túneles quilométricos, siendo en la zona muy recurrente la leyenda del perro que transita por el túnel recorriendo largas distancias bajo tierra (Prieto 1945).

3.4. Las fuentes orales: entrevistas con los vecinos y trabajadores de las minas

Realizamos un total de cuatro entrevistas. Los entrevistados fueron Mamede García Guerra (73 años, Pentes), Celestino García Ríos, *Chimba* (81 años, Tameirón), Mariano Salgado (80 años, Pentes) y Antonio Bolaño (70 años, Barxa). De los cuatro informantes solo tres trabajaron directamente en las minas (Salgado, Guerra y

Bolaño), destacando que algunas de estas entrevistas fueron hechas en los propios enclaves mineros. Debemos añadir diversas informaciones orales aportadas por otros vecinos de la zona durante los trabajos de prospección arqueológica.

La información obtenida en las entrevistas ilustra varios aspectos:

> Sobre la calidad del metal nos cuenta Mariano Salgado que *"dicían que era tan bon o noso estaño coma o de Bolivia, pero o dalí era mais barato"*. También nos aporto datos sobre la tecnología extractiva en la explotación: "*despois de sacalo, aproximadamente o que nos parecía a nos, puñamolo nunha chapa. Primeiro machacabamos as pedras encima da chapa e despois collíase para un caldeiro e pasabano a canaleta, donden se iba refinando hasta que quedaba limpio para ilo fundindo*". En lo concerniente a la división del trabajo se constata esta por géneros, ya que Salgado afirma que *"alí traballaban mulleres, si, pero solo no lavado do mineral"*. No podemos obviar tampoco el intenso contrabando en los años de posguerra, por encontrarnos en una zona transfronteriza se vendió estaño de Portugal haciéndolo pasar por estaño de las minas de Barxa; este proceso lo comenta Antonio Bolaño: *"os contrabandistas traian o mineral das minas do Piñeiro Vello, en Portugal. Estes comprábanlle as guías firmadas pola Guardia Civil, as guías que permitían a salida do estaño, comprábanllas os mineiros. A Guardia Civil tamén debía levar parte de ganancia"*. También se identificaron las técnicas empleadas para hacer pasar arsénico por estaño (ya que cando este mineral era ahumado perdía su característico color verde e podía semejarse al estaño), esto se realizaba a causa de los precios alcanzados por el estaño en relación al arsénico en el mercado de metales, constituyendo un modo de aportar recursos económicos dentro de una economía de subsistencia en la época de posguerra.

4. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL MODELO DE TRABAJO DEL ESTAÑO

A partir de los datos obtenidos en la presente investigación en curso, podemos hacer algunas consideraciones generales sobre el modelo del trabajo del estaño.

Primeramente, podemos establecer cronologías para la explotación contemporánea a partir de la información recogida en la revisión bibliográfica y el vaciado de documentación en el Archivo Histórico. Rastreando los expedientes de concesión de minas (AHPOU), nos encontramos con referencias de explotación de las minas de Trabisquedo y Valgrande desde el año 1856 hasta el año 1961 (un período de explotación ininterrumpido de un siglo); aunque si nos remontamos más atrás, los datos que proporciona el Licenciado Molina (1675) en el siglo XVII, podrían llevarnos a una posible explotación en épocas más tempranas. Gracias a las aportaciones en las encuestas orales sabemos que la cronología de la explotación de las minas de O Lombo (Barxa) es muy reciente, pudiendo encuadrarse entre los años 1930-1940, siempre según las informaciones de Mariano Salgado, trabajador

en la anteriormente citada mina, que coinciden con la documentación del Archivo. Además de todo esto, también es necesario citar la rica información sobre el *modus operandi* en las tareas mineras y los demás aspectos mencionados.

Toda esta documentación permite proponer un modelo teórico de explotación de los recursos mineros y especialmente del trabajo del estaño en el valle del Ribeira, que podemos contrastar atendiendo a los objetivos sociales de la producción[10] con el propuesto por Alves (1999) para las minas de A Panasqueira en Portugal, sobre todo para su momento de explotación más reciente (Tabla 2). A diferencia de A Panasqueira, en el valle del Ribeira hay una producción para intercambio pero no de tipo industrial (con la excepción de la mina de O Trabisquedo). La producción minera es complementaria de las actividades de subsistencia (de tipo estacional o esporádico) y exige un bajo grado de conocimientos o destrezas, por lo que no conduce a una división social del trabajo, exceptuando el caso del género. Hay una producción excedentaria destinada al intercambio que permite al grupo productor acceder a recursos producidos por otros grupos. Dentro de este modelo, el acceso a los recursos mineros es más extensivo, lo cual tiene dos consecuencias importantes: por un lado, los trabajos mineros no dejan un impacto tan acusado en el paisaje. Por otro lado, administrativamente, el control del estado sobre las minas y la exacción de impuestos es más complicada y se producen frecuentes fraudes y contrabando.

Tabla 2. Modelos de explotación Ribeira y Panasqueira

Modelo de explotación *Valle del Ribeira*	Modelo de explotación *Panasqueira*
Explotación eventual de índole rural poco o casi nada industrializada. Rudimentarios medios para la explotación. Trabajadores únicamente da zona (A Gudiña, Barxa, Pentes y A Veiga do Seixo). Trabajadores escasamente cualificados. Nunca se creo un vínculo entre los trabajos mineiros y el pueblo, la mina nunca contribuyó con este más allá de su propia actividad. Trabajo femenino y masculino con división de tareas. Contrabando.	Modelo de explotación más exhaustivo, con diferentes niveles explotados según la época. Trabajo altamente industrializado, sustituyendo con el paso del tiempo la tracción animal por maquinaria industrial. Trabajadores de la zona y llegados del extranjero. Construcción de enclaves poblacionales para el asentamiento de mineros en el mismo lugar de trabajo (naciendo Río, Panasqueira y Barroca Grande). Trabajo especialmente masculino con participación eventual de mujeres (sobre todo en tareas no extractivas). Trabajadores iniciados y cualificados en el trabajo minero.

[10] Basado en la interesante propuesta de modelización teórica de la explotación de recursos minerales recientemente publicada por Martínez Navarrete (Martínez Navarrete *et al.* 2010).

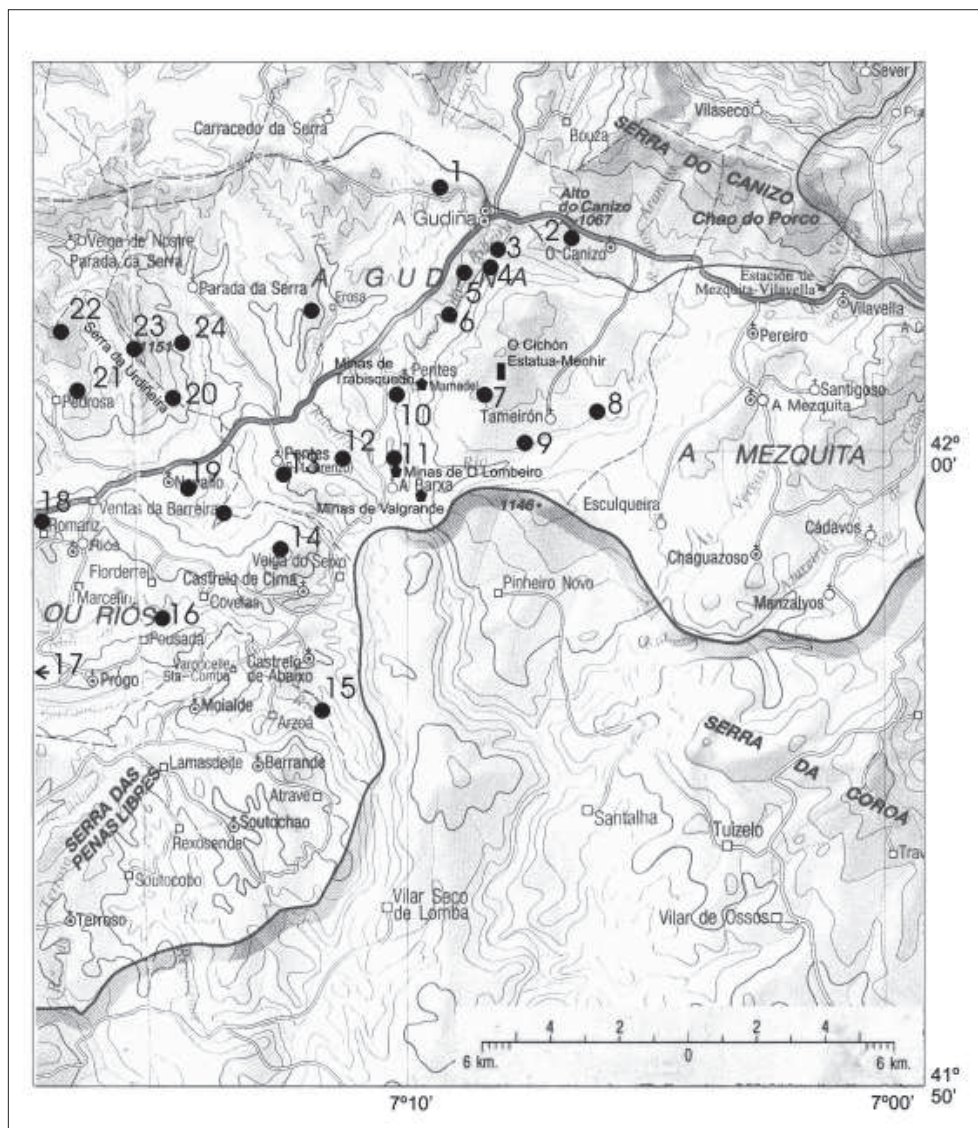



Figura 5. Indicios arqueológicos.

La aplicabilidad de este modelo debe ser tenida en cuenta a la hora de hacer un acercamiento a las potencialidades de explotación de los recursos de estaño en la Prehistoria reciente (Fig. 5), siendo esta zona suroriental gallega junto con la nordeste portuguesa de suma importancia en el debate sobre el origen de la aleación del bronce prehistórico en la Península Ibérica (Bettencourt & Comendador 2004; Comendador & Bettencourt 2007, 2011; Senna Martínez 2007).

En este momento preliminar de los trabajos no podemos proponer más que preguntas, como la posible relación de los yacimientos conocidos de la Prehistoria reciente con los criaderos de estaño o la vinculación con los diversos asentamientos *tipo castro* del valle del río Ribeira. Son cuestiones y reflexiones que deben ser planteadas en relación a la importancia de estos recursos mineros, sobre su modelo de explotación y su influencia sobre el proceso de poblamiento de la Galicia interior transfronteriza y la conformación de las vías de circulación que discurren por la Terra das Frieiras.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de mis compañeros Abraham Herrero, Marta Lorén y Aarón Lackinger. También quiero agradecer a Beatriz Comendador Rey su apoyo incondicional y su inestimable ayuda, al igual que a Pepe Cruz y David Fernández Lorenzo. Quisiera manifestar mi agradecimiento a Diego Casal Ramos (Asociación "Mundo Mineiro"). Por ofrecerme su entusiasta apoyo, a Raquel Fernández, Balint Mezo, Marta López y demás compañeros de la Facultad de Historia de Ourense. A Mariano Salgado, Celestino García, Mamede Guerra y Antonio Bolaño por la desinteresada colaboración y amabilidad con la que nos atendieron; a ellos dedico este trabajo.

REFERENCIAS

ALVES, H. (1999). Minas da Panasqueira: uma introdução à arqueologia da paisagem mineira: da superfície ao trabalho subterrâneo. In JORGE, V. O. (coord.). *3º Congresso de Arqueologia Peninsular. Vila Real, Portugal, Setembro de 1999.* Vila Real: ADECAP. p. 421-438.

BETTENCOURT, A. M. S. & COMENDADOR, B. (2004). Los inicios de la metalurgia del bronce en el Noroeste Peninsular. In MATA, J. (ed.). *Actas do IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero (Teruel, Setembro 2003).* Teruel: Museu do Instituto Geológico e Mineiro de Utrillas. p. 343-357.

CASTROVIEJO, R. (1974). *Estudio geológico y metalogénico de la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W.* Boletín geológico y minero, 85. Madrid: Servicio de publicaciones – Ministerio de Industria.

COMENDADOR, B. & BETTENCOURT, A. M. S. (2007). Novos dados sobre a primeira metalurgia de bronze no Noroeste Peninsular: os contributos da bacia do Leça. In *I Jornadas Arqueológicas da Bacia do Rio Leça, Matosinhos (Outubro, 2007).* On-Line: <http://webs.uvigo.es/beacomendador/index_archivos/Jornadas.pps>

COMENDADOR, B. & BETTENCOURT, A. M. S. (2011). Nuevos datos sobre la primera metalurgia del Bronce en el Noroeste de la Península Ibérica: la contribución de Bouça da Cova da Moura (Ardegães, Maia, Portugal). *Estudos do Quaternário*. 7. 39-51.

COMENDADOR, B. & MÉNDEZ, J. L. (2009). A recuperación dun contexto para un "tesouro" prehistórico: un proxecto de investigación e valorización patrimonial para o Monte Urdiñeira (Ríos– A Gudiña,

Ourense). Revista *Aquae Flaviae*. Actas Congresso Transfronteiriço de Arqueologia: "um Património sem Fronteiras". 41. 25-45.

COMENDADOR, B., RODRIGUEZ, V. & MANTEIGA, A. (2011). A estatua menhir do Tameirón no contexto dos resultados do proxecto de intervención arqueolóxica no Monte Urdiñeira e o seu contorno (A Gudiña – Riós, Ourense). In VILAÇA, R. (coord.). *IV Jornadas Raianas (Sabugal, 2009): Estelas e estátuas-menhir: da pré à proto-história. 23, 24 octubre.* Sabugal.

CORNIDE, J. (2006, 1783). *Memoria sobre las minas de Galicia y otras producciones del reino mineral.* Madrid: Cámara Oficial Mineira de Galicia.

GONZALO, F. J. & GRACIA, A. S. (1985). Yacimientos de estaño del oeste de España: ensayo de caracterización y clasificación económicas. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe: Revista de Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular*. 9. 265-303.

GONZÁLEZ , A. (2003). *La experiencia del otro*. Tres Cantos Madrid: Akal.

LABRADA, J. L. (2010; 1804). *Descripcion economica del reyno de galicia* (1ª, 1ª imp ed.). A Coruña: Orbigo.

LARRUGA, E. (1787; 1800). *Memorias politicas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*. Madrid: Imp. de Benito Cano.

MEIJIDE, A. (1963). La antigua minería del estaño en el valle de Monterrey. *Cuadernos de Estudos Galegos*. 55. 190-234.

MIRRE, J. C. (1990). *Guía dos minerais de Galicia*. Vigo: Galaxia.

MOLINA, J. (2005; 1550). *Descripción del reyno de Galizia y de las cosas notables del, con las armas y blasones de los linajes de galizia de donde proceden señaladas casas en* Castilla. Valladolid: Maxtor.

PÉREZ-ALBERTI, A. (1982). *Xeografía de Galiza*. La Coruña: Sálvora.

PRIETO, L. (1945-1946). *Antiguas minas del río Camba*. Ourense: Comisión Provincial de Monumentos Históricos y Artísticos de Orense. 15. 116-121.

PUNGÍN, A. (2009). *Patrones de situación de los asentamientos tipo castro en la Comarca de As Frieiras (Orense)*. Actas Congresso Transfronteiriço de Arqueologia: "um Património sem Fronteiras". *Revista Aquae Flaviae*. 41. 237-245.

PUNGÍN, A. (2007). *Introducción ó poboamento castrexo e galaico-romano na Terra das Frieiras (Ourense): análise espacial dos xacementos tipo "castro"(no prelo).* Departamento de Historia, Arte e Xeografía (Universidade de Vigo). 156 p. Traballo de Terceiro Ciclo.

RIVAS, E. & RODRÍGUEZ, J. (2002). *Terra das Frieiras*. Ourense: Deputación Provincial.

RODRÍGUEZ, A.; FERRER, S. & ÁLVAREZ, R. (2004). *Miliarios e outras inscricións viarias romanas do noroeste hispánico: (conventos bracarense, lucense e asturicense)*. Lugo: Consello da Cultura Galega, Sección de Patrimonio Histórico.

ROLLAND, J.; MARTÍNEZ, M. J. & VINCENT, J. M. (2010*).* Economía política y minería prehistórica: el complejo minerometalúrgico de Kargaly desde una perspectiva comparativa. In *Arqueología, Sociedad, Territorio y Paisaje. Estudios sobre Prehistoria reciente, Protohistoria y transición al mundo romano. En homenaje a M. Dolores Fernández Posse.* Madrid: CSIC– Instituto de Historia. p. 163-182.

SCHULZ, G., & PARGA, I. (1985). *Texto galego da descripción geognóstica del reino de Galicia*. Sada La Coruña: Ediciós do Castro.

TABOADA, J. (1973). *Los moldes de Erosa*. In *XII Congreso Nacional de Arqueología*. Jaén, 1971, Zaragoza. p. 227-235.

VÁZQUEZ, J. M. (2000). *Etnoarqueología*. Pontevedra: Diputación Provincial de Pontevedra, Servicio de Publicaciones.

XUSTO, M. (1993). *Territorialidade Castrexa e Galaico-romana na Galicia suroriental: A Terra de Viana do Bolo*. Boletín Auriense, anexo 18. Ourense: Museo Arqueolóxico Provincial.

Resumen: El presente estudio resume los resultados preliminares de la investigación etnoarqueológica en curso sobre las explotaciones mineras en época contemporánea en el término municipal de A Gudiña (SE de la provincia de Ourense, Galicia). Este trabajo está inserto en el "Proyecto de intervención arqueológica en el monte Urdiñeira y su contorno (Ayuntamientos de Riós-A Gudiña, Ourense)" de la Universidad de Vigo. Así el principal objetivo del estudio es obtener información sobre la minería en la historia reciente a través de una perspectiva interdisciplinar: revisión bibliográfica y documental, prospección y documentación de los elementos asociados y entrevistas a gentes vinculadas al trabajo en las minas. En este marco nuestro objetivo es obtener una mejor comprensión del potencial uso de los déposítos de estaño y su posible vinculación con el poblamiento durante la prehistoria y la protohistoria.

Palabras clave: Minería, Estaño, Península Ibérica, Etnoarqueología.

Abstract: This paper summarises the preliminary results an ongoing ethnoarchaeological investigation concerning the contemporary mining in A Gudiña municipality (SE Ourense province, Galiza, Spain). This work is a part of the "Archaeological Intervention project in the Monte Urdiñeira environment (A Gudiña and Riós municipalities, Ourense)" carried out of the University of Vigo. The main aim of this study is to obtain information on mining in recent history from a multidisciplinary perspective: bibliographical and documentary reviews, field surveys, records of the material evidences and direct ethnographic interviews on people linked to mining work. Within this framework our aim is to better understand the potential uses of tin ore deposits and its possible connection with human settlements in prehistoric and protohistoric times.

Keywords: Mining, Tin ore, Iberian Peninsula, Etnoarchaeology.

2. ARQUEOMETALURGIA

THE INCEPTION AND NATURE OF EXTRACTIVE METALLURGY IN WESTERN EUROPE

PAUL T. CRADDOCK[1]

1. INTRODUCTION

This paper seeks to provide an overview of the first extractive metallurgy in Bronze Age Western Europe. As such, based on our present knowledge and understanding, it is largely an overview of possibilities and alternatives rather than certainties. This is especially true of our understanding of the inception of metallurgy in Western Europe, where, as Colin Renfrew (1967) remarked 'Ideas and theories in Prehistory often seem to have a life of their own surviving and flourishing quite independently of the evidence upon which they might be supposed to rest'.

In contrast our knowledge of the technology of Bronze Age extractive metallurgy in Western Europe has been revolutionised in the last half century, especially in the identification of early mines (Fig. 1) and the technology used to work them, as exemplified by work in Iberia for example (Montero Ruiz 1993, 1994; Rovira Llorens *et al.* 1997, 1999, 2003; Rovira 2002; Hunt 2003; Rodríguez Bayona 2008; Montero Ruiz ed. 2010). However, there is still much that is currently conjecture, even over such basics as what the ancient miners actually sought. The mineralisation that is now in the mines need not necessarily be a good guide, after all what is left is presumably what was not wanted.

More serious problems arise trying to reconstruct the smelting processes of the European Bronze Age. This is because they have apparently left so little evidence in the form of furnaces, crucibles, tuyeres, or, above all, of slags[2]. Many reasons have

---

[1] Dept. of Conservation and Science, British Museum, London WC1B 3DG. pcraddock@thebritishmuseum.ac.uk

[2] Thus, to take two famous sites of early metal production, the presumed smelting area at the Ross Island mine in Ireland (O'Brien 2004), has crushed ores and just one prill of metal, but no slag or any refractory ceramics; by contrast, the presumed smelting area at the settlement site of Zambujal in Portugal (Müller *et al.* 2007) has abundant refractories, prills and slag (just 30 gm of it) but no trace of ore.

A – The British Isles (Brenda Craddock);

B – The South of France (Tony Simpson from Bourgarit 2007);

C – Southern Iberia (Tony Simpson).

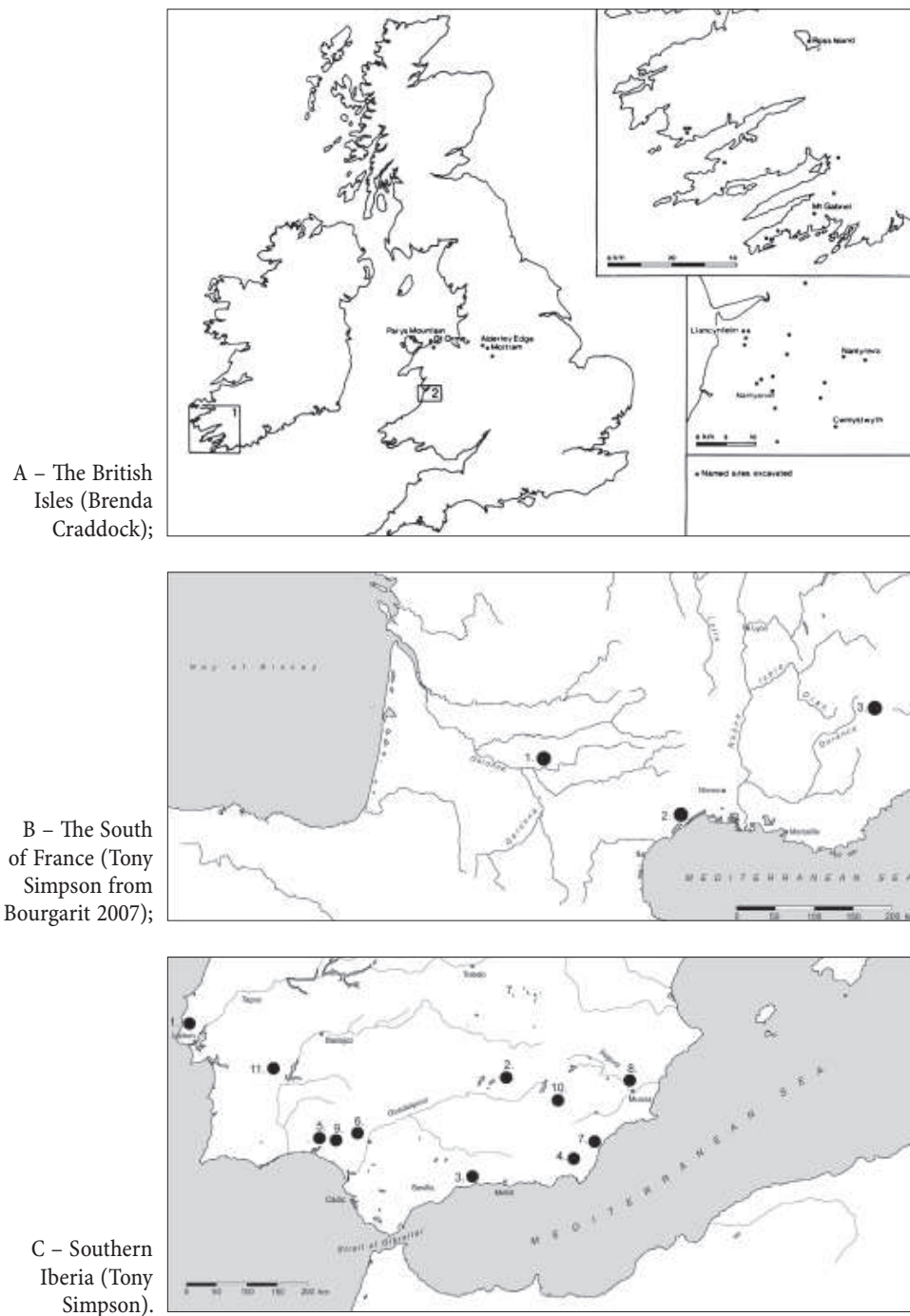



Figure 1. Mines and smelting places mentioned in this paper.

been advanced for this (Bourgarit 2007; Craddock *et al.* 2007; Craddock 2009 and see below) but negative evidence is a notoriously dangerous platform upon which to build hypotheses.

The most common copper minerals in most mines, including those with ancient workings, are usually the primary copper iron sulphides, chalcopyrite and bornite, and it is widely believed that these were processed in the Bronze Age (Bourgarit 2007; Bourgarit *et al.* 2010; Burger *et al.* 2009, 2010). So far experimental replications have failed to smelt these without creating quantities of durable debris, namely a slag[3] and failed to produce a copper almost completely free of iron such as was regularly achieved in the Bronze Age. Processes have been postulated and even been demonstrated experimentally to produce copper, but all do produce slag in quantity, at least as much slag as metal, as indeed they must (see below).

Yet the very few Bronze Age smelting sites that have been tentatively identified in Western Europe only have tiny amounts of slag, sometimes of the order of just a few hundred grams[4]. Clearly there are problems here. Possibly other copper minerals constituted the ore, in which case where are the copper-iron sulphide minerals that must have been discarded in quantity at many of the mines? or possibly the putative smelting places have been misidentified, in which case where are the real smelting sites with their slag heaps, and why cannot we find them? or are the extractive processes used in antiquity currently misunderstood[5]?

2. THE INCEPTION OF METALLURGY IN WESTERN EUROPE

If our interpretation of early extractive metallurgy in Western Europe rests on nebulous, sometimes negative evidence then the paradigms by which metallurgy began are truly based on shifting sands.[6]

---

[3] In this paper slag is defined as the molten or semi-molten waste material formed during the smelting operation (and see FN 20). Some others have different definitions, David Bourgarit, for example, in his English publications such as Bourgarit (2007, p. 3) terms all material, burnt and slagged refractories as well as actual slag, as slag. In his French publications he uses the less specific term *déchets,* i.e. debris, rather than *scorie.*

[4] The site of St. Véran in the French Alps (Bourgarit *et al.* 2008, 2010) is an apparent exception to this, see FN 30.

[5] For example Ngoc *et al*. (1989) proposed a pyrometallurgical process for roasting chalcopyrite ores at low temperatures with salt before leaching which on smelting yielded high grade copper almost completely free of iron and no slag was produced. Such a process would have been within Bronze Age capabilities but it is difficult to envisage why it should have been adopted, and no evidence has been found.

[6] To take a quote from another discipline, in the play *A Question of Attribution*, by Alan Bennett, Queen Elizabeth asks her art advisor, Sir Anthony Blunt, about research in art history, to which he replies that 'it evolves but does not progress'.

Western Judaeo-Christian ideology has always accepted the concept of culture spreading out from centres in the Middle East, be they the Garden of Eden or Noah's Ark. The explorations of European archaeologists in the 19th century in Egypt and the Middle East not only confirmed many Biblical accounts, but established beyond doubt the antiquity and superiority of eastern cultures, aspects of which only latterly spread to the West. With these paradigms firmly in place it is not surprising that it was generally accepted that in remote antiquity civilisation, including most material culture, had also been introduced into prehistoric Europe from Egypt and the Middle East. This was argued most prominently by Elliot Smith (1930) and to a large degree the diffusionist paradigm was academically formalised by Gordon Childe (1957, for example). Dealing more specifically with Iberian metallurgy, the Siret brothers (1887 and 1913) linked the appearance of metallurgy with the first megalithic tombs, which were firmly believed to have their origins in the Eastern Mediterranean[7].

Careful excavation, backed up by radio carbon dating at sites across Europe through the latter part of the 20th century, including France, Iberia and the British Isles, had shown that many monuments were far older than previously believed, older in many cases than their supposed Middle Eastern progenitors. From the 1960s this led scholars, above all, Colin Renfrew (1972), to propose that many technologies, including metallurgy, had developed independently across Europe, but especially in the Balkans (1969) and southern Iberia (1967). Within Western Europe the very existence of those 'traditional' diffusers of metallurgy, the itinerant herdsmen / tinker Beaker people (Case 1966, for example) was now questioned[8], and they became downgraded from 'people' to a 'peer polity interaction' (Renfrew 1987, p. 236)[9].

---

[7] The Siret brothers believed that the Phoenicians had been responsible. Later scholars suggested the Mycenaeans and still earlier invaders from the East Mediterranean, but the diffusionist model itself survived into the 1960s as exemplified by Almagro and Arribas (1963) and Blance who began her 1961 paper 'The object of this paper is to show certain Early Bronze Age sites in the Iberian Peninsula are actually colonies established by people coming from the East Mediterranean.' Arribas and Molina (1984) showed conclusively that there was no association between megaliths and the inception of metallurgy.

[8] Thus Richard Harrison (1980, p. 14) could write that 'beakers are now considered to be objects connected with social status and ranking, and imply neither a separate culture nor a folk.'

[9] Subsequent archaeological work has gone a long way to rehabilitate them, and their role in spreading the use and production of metal throughout much of Western Europe probably from centres such as southern Iberia and central Europe where metallurgy was already practiced. Their presence at the early copper mine at Ross Island, Ireland (O'Brien 2004) has re-established their mining activities. Similarly a Beaker burial within metres of the workings at Cwmystwyth, Wales coeval with the earliest phase of mining is suggestive (Timberlake 2009).

Detailed studies on the skeletal and dental remains of individuals in two Beaker burials in vicinity of Stonehenge have suggested that they might have been real, travelling people after all (Fitzpatrick 2003,

More recently the diffusion model for the spread of metallurgy has made a comeback, not just with the Beaker peoples but worldwide, with articles such as Roberts *et al.* (2009) very specifically charting the progress of metallurgy from closely defined centres out across the Old World for the inception of metallurgy and Amzallag (2009) even more specifically traces the spread of furnace-slagging processes from a small region of the Levant[10].

There seems to be a certain cyclisity about this. In a prescient note back in 1986 James Muhly, writing about the move away from the previously-held diffusion theories to independent discovery stated that: 'opinion has swung from one extreme to the other and we are now at the far side of the swing of the pendulum.' The reasons for the present resurgence of diffusion theory would seem to have as much to do with Muhly's swinging pendulum as with any new information. For example, Roberts et al believe that the 'synchronous appearance of copper smelting throughout south east Europe and south west Asia make a single central region of invention far more probable than many independent inventions'. However, using exactly the same evidence, Radivojević *et al.* (2010), commenting on the very early dates for copper smelting at Belovode in Serbia, suggested that they 'indicate the existence of different, possibly independent centres of invention of metallurgy.'

The main reason advanced by Roberts et al for diffusion was that extractive metallurgy was too technically complex, involving many different skills from mining to refractory ceramics, to have developed independently at a number of centres. In reality all of these can be extremely simple, there is nothing sophisticated about the small mining pits at Mount Gabriel in Ireland (O'Brien 1994) and Alderley Edge, Cheshire in England (Timberlake & Prag 2005) or the simple open cast trench at Cwmystwyth in Wales (Timberlake 2003), for example. The metallurgical ceramics seem to have followed the local technical traditions, where ceramic evidence has survived. The present author's experience of carrying out simple smelting of oxidised copper ores as part of an experimental replication course with completely inexperienced mature students has shown that it is very easy (Timberlake 2007). We found that it was no problem with a good charcoal fire confined in a hearth or a simple pit furnace and blown either with simple bag bellows or blowpipes to

2011). Oxygen isotope analysis on the teeth of the earlier burial, in which a stone believed to have been used for metalworking was one of the grave goods, suggests that he had spent his youth in Central Europe before moving to Britain, whereas the other burial, a near and related descendant, had been raised in the British Isles. For a balanced discussion on the Beaker 'folk' as real disseminators of metallurgy, see O'Brien (2004, p. 565).

[10] Although this claim was rigorously refuted by Thornton *et al.* (2010). In fact it seems that smelting in furnaces producing a slag only really spread around the Old World with the introduction of iron smelting at the end of the second millennium BC.

Figure 2.
Tuyere of rough clay made and used by mature students in smelting experiments. Although the body of the tube was very weak the end that was in the fire is vitrified and should last indefinitely (Paul Craddock).

attain temperatures of 1200^0 -1300^0 C in a matter of minutes and reduce the oxidised copper or tin ores to metal within an hour. The refractory ceramics, if such they can be called, for the hearth linings, crucibles, bellows pipes (the *tuyeres*) and moulds were little more than badly mixed clay, dung, sand and straw barely heated to the ceramic firing temperature in a bonfire (Fig. 2). The main breakthrough would have been the realisation that heating the green minerals at high temperatures in an enclosed space would produce metal. Possibly the experience of working and annealing native copper was the necessary intermediate step (Craddock 1995, p. 122-5). One practical constraint might have been the very large quantities of charcoal required, especially by volume (Vicent Garcia *et al.* 2010). Metallurgy was probably man's first activity that actually required charcoal. Its production would have presented no problem, at its simplest dousing burning logs with water is an easy, if inefficient, way to produce charcoal that has been practiced in Africa and India in the recent past by iron smelters (Elwin 1942, p. 121-2).

The attraction of diffusion as an explanation is understandable, beyond the Western mind-set that has always seen culture as emanating from the East in antiquity as discussed above. Almost certainly agriculture really did spread out from the Middle East through the south east of Europe to the north west over several millennia as apparently so did metallurgy. However the comparison is superficial. Agriculture could spread continuously from one valley to the next, but the production of metals could necessarily only take place where there were metal ores to be smelted.[11] Another problem encountered when trying to make comparisons

[11] Even so, the *use* of metal could spread continuously through exchanged artefacts from distant sources. This has long been suggested as an inspiration for local metal production (Needham 1979; Craddock 1993, and latterly Roberts *et al.* 2009). More recently some hard material evidence has been found at the Copper Age smelting site of Brixslegg in Austria (Höppner *et al.* 2005). Brixslegg has currently provided the earliest evidence for smelting in Central Europe, apparently on a very limited scale and by a simple, almost experimental technology. Lead isotope and elemental analysis has revealed that some of the metal

in metallurgical technology over long distances are the very great geological and environmental differences which must have influenced the technologies adopted. The Middle East (and, of course, southern Iberia) has a relatively ancient topography such that ore bodies have had time to fully weather and the oxidised ores will predominate, at least at the surface. These are often indicated by a very recognizable deep red *gossan* mantle of iron oxides, as exemplified by the Rio Tinto mines. In central and northern Europe much of the surface will have been severely disrupted by glacial action and the primary sulphidic ores exposed[12]. The climate in central and northern Europe was colder and appreciably wetter such that some processes which were developed in the Middle East may not have been feasible[13]. Conversely, the shortage of wood for charcoal in many of the metal producing areas of the Middle East would not have been a problem in Central and North Western Europe, thereby lessening the incentive to develop the more efficient processes already current in the Middle East[14].

3. TECHNOLOGY

Mining and ores

When one moves from the seemingly cyclic arguments over diffusion / local invention to the actual mining and smelting technologies used, matters do not improve markedly. Even in the mines where the technology has been quite well established (Craddock 1995, Chap. 2; Hunt 2003; Montero ed. 2010) it is still often uncertain which of the minerals present were sought. As Bob Ixer (2001) has shown, it is not simply a case of identifying the minerals present, the smelter will

---

on the site is most likely to have come from Serbia some hundreds of km distant. The imported items could have provided the inspiration for attempting local production.

[12] However, detailed studies at a number of early mining sites do suggest that oxidised and enriched *fahl* ores were used (see below).

[13] John Merkel noted considerable differences in the performance of his Late Bronze Age copper smelting simulations when he moved his experiments from London out into the field at Timna, Israel, mainly reflecting the much drier conditions at Timna (Merkel in Rothenberg 1990, p. 88). How much more different would he have found matters if his primary work had not been done in relatively dry London but in west Wales or Ireland?

[14] At the Chalcolithic site of Cabrezo Juré in the south of Spain (see FN 20) during the period when major smelting operations were conducted, there is evidence of a steep decline in woodland species, suggesting to Nocete (2006) that the smelting activities were responsible for deforestation. Conversely, in more temperate Ireland and Wales the Bronze Age smelting activities seem to have made little impact on the environment (Mighall 2003; Mighall & Chambers 1993). See also Vicent Garcia *et al.* (2010) for the impact of metal smelting on the environment in Central Asia.

have wanted ore that was reasonably easy to concentrate and otherwise prepare for reduction (*beneficiate*). He will certainly have wanted a regular supply of ore with consistent physical and chemical properties, and this can make the task of assessing which ores were sought quite difficult. In more practical ways, this uncertainty is exacerbated by the thoroughness with which most early mines were worked. In the often relatively well preserved Bronze Age mines it can even be uncertain which metal(s) the ancient miners sought. David Bick (1999), for example, put forward a reasonable case that the mines in central Wales which are currently believed to have been exclusively copper producers in the Bronze Age, may also have been worked for lead[15]; certainly from Roman times the same mines were worked for their argentiferrous lead / zinc ores, not copper.

Even where the metal is not in doubt, determining which mineral was sought has proved extremely contentious, particularly deciding whether it was the primary sulphidic, the secondary oxidised, or the enriched (*fahl*) tetrahedrite ores that were being exploited. Before the excavation of early mines there was no alternative but to rely on the general geological mineralogical reports for the region concerned. Thus for example, the East Alpine ores in the Inn Valley of Eastern Austria are generally *fahl*- type enriched ores (Bachmann 2003) and many of the reports on the ancient metallurgy had to assume perforce that this was the ore sought in antiquity, although it was conceded that 'It is not impossible that low-impurity copper ores occurred in the Brixlegg area, especially in the oxidised zone' (Happner *at al.* 2005, esp. ps. 303, 4). Subsequently, based on the continuing excavations at the smelting site of Brixlegg, it is currently believed that oxidised ores were used through the Early Bronze Age, followed by primary chalcopyrite ores, with the *fahl* ores only being exploited in the Late Bronze Age (Bartelheim 2009). Similarly the first investigations at the Early Bronze Age mine at Mount Gabriel in the south-west of Ireland concluded that the principal ore sought had been tennantite (Jackson 1979). When sustained mineralogical and geological investigations were undertaken it became clear that these ores had never been present, and the primary sulphidic ores were all that was likely to have survived the local glacial action of the last ice age. However, further archaeological excavations and scientific work it was concluded that originally there would have been significant deposits of oxidised ores that were totally worked out in the Early Bronze Age (O'Brien 1994).

This uncertainty over the ores mined is especially significant where the ore sought in the Bronze Age was believed to have been a primary copper iron sulphide, typically chalcopyrite ($CuFeS_2$) or bornite (Cu_5FeS_4) as was initially the case with both Ross Island (Ixer & Patrick 2003) and with Cwmystwyth in central Wales

[15] Answered in part by Mighall *et al.* (2000).

(Timberlake 2002, 2003) (Fig. 1). At the latter mine chalcopyrite was the only copper mineralisation encountered just below the level of the ancient mining, so was this representative of the ore being worked when mining ceased or did mining cease because chalcopyrite was encountered?[16] It is now believed that at both mines that chalcopyrite would have been encountered, but it was not the mineral sought. Thus although spreads of crushed chalcopyrite were encountered in the presumed ore dressing areas at Ross Island it is now assumed that this was the rejected material, and instead it was the *fahl* tennantite minerals, $(Cu,Fe)_{12}As_4S_{13,}$ that were processed.

It does now seem increasingly likely that through Western Europe as a whole it was either the oxidised ores such as malachite, $Cu_2(CO_3)(OH)_2$, with more rarely azurite, $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$, and cuprite, Cu_2O, or the enriched tetrahedrite group ores, such as tennantite, that were the principal minerals smelted along with some covelite, CuS, and chalcocite, Cu_2S[17]. These ores often contain substantial quantities of other metals, notably arsenic which on smelting could produce a useful 'natural' alloy (Budd 1992), as was certainly the case at Ross Island. In the British Isles it is believed that the oxidised minerals were the main ores sought, as exemplified by the mines at the Great Orme in North Wales (Dutton and Fasham 1994), Alderley Edge in England (Timberlake & Prag eds. 2005) and Mount Gabriel in Ireland (O'Brien 1994). In common with Ross Island, the enriched *fahl* minerals were the main ore smelted at numerous other Bronze Age sites in Western Europe such as Cabriéres, in Herault, France (Ambert 1999; Ambert *et al.* 2005) etc. (Fig. 1). Sulphidic ores were also smelted at La Ceñcuela, in Murcia, as evidenced by the slag, although in general the oxidised ores were selected in Iberia (Rovira 2002). There are still claims that the primary copper iron sulphides were also treated (see below).

If, as now seems very likely (Ixer 2001), there was a separation of specific copper minerals occurring in mixed ore deposits, then there must have been quite careful ore dressing. This would not only have been performed to beneficiate the ores by removing as much of the waste (*gangue*) material as possible and to render the ore pieces into the optimum size for smelting, but also to pick out the copper iron sulphide minerals, which at many mines, such as Cwmystywth and Ross Island, must have been present in the ore deposits being mined. Specific dressing

[16] The situation is interesting and neatly exemplifies the problems encountered more generally. The Bronze Age tip contained quantities of lead ore and there were veins of lead mineral in the walls of the Bronze Age opencast trench working, but no trace anywhere of copper mineralisation. However, in Post Medieval times a small exploratory shaft was sunk into the floor of the opencast, looking for the lead / zinc ores then currently being worked. The tip from those operations contained quantities of chalcopyrite but no lead / zinc minerals. Presumably the original ore body contained both copper and lead/ zinc mineralisation.

[17] The mineral formulae are taken from *Dana's New Mineralogy* (Gaines *et al.* 1997).

areas have not been identified but crushing stones and anvils, quite distinct from the mining hammers are regularly found at the ancient workings (Craddock & Craddock 2003)[18].

This uncertainty as to which mineral was sought at the ancient mines obviously has serious implications for our understanding of the processes used to smelt them.

Smelting and slags

Compared to the wealth of surviving metal artefacts, joined by an ever increasing number of prehistoric copper mines now recognised from all over Europe, the evidence for smelting is still meagre. Meagre because the processes seem to have produced comparatively little durable debris, making the sites difficult to identify, and as a consequence few sites are known. In the contemporary Eastern Mediterranean and Middle East smelting activity is always accompanied by large quantities of slags typically amounting to hundreds of kg of material. Slags and roasting debris are both distinctive and durable. In antiquity the slags were often crushed to release entrapped prills, but even where they have been finely crushed as at smelting sites in the Eastern Alps the slag sands were still very recognisable. Thus if slags ever existed in any quantity they should be findable.

Various reasons have been advanced for this inability to locate the missing slag heaps in Western Europe. In some instances the ores were moved to settlement sites for smelting. In southern Iberia the ore does seem to have been regularly transported considerable distances as evidenced at Zambujal (Müller *et al.* 2007), Cabezo Juré (Nocete 2006) and Los Millares (Hook *et al.* 1987). In the more northerly regions of Western Europe few Chalcolithic or Early Bronze Age settlement sites have been located, much less excavated. For example, there are no Early or Middle Bronze Age settlement sites known from the region of the 20 or so ancient copper mines from central and north Wales, and thus these as yet unlocated sites could contain the putative smelting places[19].

Even so it would seem strange if no smelting at all was taking place at the mines, as evidenced by the sites in the south of France (Fig. 1). John Jackson suggested back in 1980 that maybe the ores were smelted at sites nearby where the wind could be utilised (see below). However subsequent surveys of possible sites of wind-blown smelting at Mt. Gabriel and elsewhere in the British Isles have failed to find any

[18] At Ross Island the roasted / smelted products were washed to concentrate the heavier material and O'Brien (2004, p. 464) has suggested that the ore itself might well have been beneficiated by a combination of handpicking and washing in the waters of the nearby Lough Leane.

[19] At Ballydowney, Co. Kerry, some 4 km north of Ross Island, a contemporary smelting site has been located where Ross Island ore was treated (O'Brien 2004, p. 529).

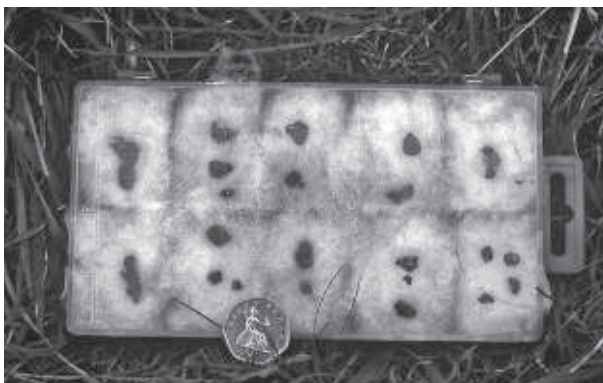



Figure 3.
A typical Bronze Age slag heap, totally weight under 50 gm, from the presumed smelting site at Pentrwyn on the Great Orme (Fig. 5) (Paul Craddock).

evidence, although many potential sites are now buried deep under peat which has largely formed since the mines were abandoned.

The argument that possibly the main smelting activities were taking place elsewhere and have yet to be discovered was explored by Craddock *et al.* (2007) and Craddock (2009) but increasingly sites have now been found all over Europe where there is ephemeral but real evidence of pyrometallurgy. Typically this includes crushed ores, partially vitrified ore, prills of metal, burnt or in some cases vitrified and slagged ceramics, but only minimal quantities of slag, and for these assemblages smelting is the most logical activity[20]. It does seem that compared to the contemporary situation in the Middle East, the Bronze Age smelting activities in Western Europe produced very little slag, such that they could be regarded essentially as non-slagging processes (Fig. 3)[21].

There is little evidence for any built structures for the smelting operations. The ubiquitous bowl or shaft furnaces of the Bronze Age in the Middle East and the Iron

[20] See Hunt Ortiz (2003); Bourgarit (2007) and Montero Ruiz ed. (2010) for an overview of some typical early smelting sites. An apparent exception to the general run of small scale operations are a series of major Chalcolithic smelting operations along the pyrites belt of southern Spain (Fig. 1). Excavations at two sites in particular, Cabezo Juré (Nocete 2006) and Valencina de la Concepción (Nocete *et al.* 2008; Abril *et al.* 2010) have been interpreted as centres where the production of metal was the major full time occupation. This is based partly on the scale of the operations, which is not in doubt but also on the supposed sophistication of the technology. Nocete's colleagues, Sáez *et al*. (2003) for example, envisage a fully slagging process with fluxes conducted in very large furnaces which were either wind or bellows blown. The raw copper was then believed to have been refined in a secondary crucible process. Some of the specific features will be discussed in the appropriate sections below, but overall the remains seem similar to those encountered elsewhere in southern Iberia and for which simpler processes have been proposed (see Montero Ruiz *et al.* 2007, esp. p. 36-37 for more comment on the interpretation of these sites).

[21] In this paper a slagging process is defined as one in which the deliberate formation of a molten or semi-molten slag (see FN 2) is carried out as an integral part of the smelt specifically to concentrate the waste material in the ore and fuel and to separate it from the forming metal.

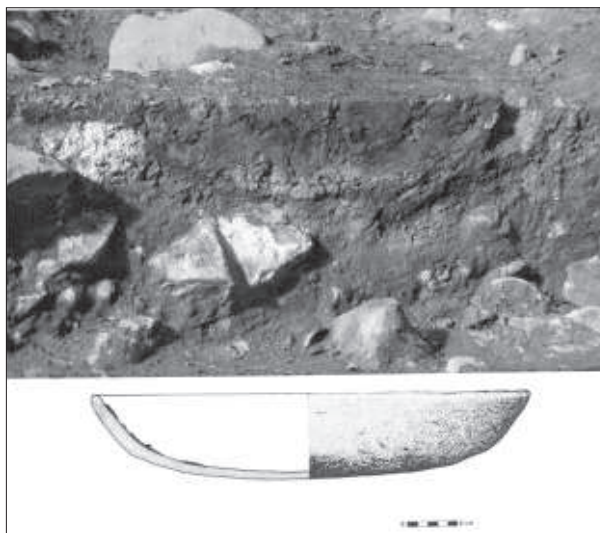



Figure 4.
Section through the smelting hearth at La Capitelle du Broum, Cabrières-Péret, Herault, with large open smelting dish beneath, from Almizaraque, Iberia (David Bourgarit).

Figure 5.
Presumed Early Bronze Age copper smelting site at Prentrwyn on the Great Orme, North Wales, near to the mines (Paul Craddock).

Age in Europe seem not to have been present in the Western European Bronze Age[22]. Instead, it would seem that smelting was conducted in shallow hearths. Sometimes the only evidence is just a small burnt depression in the ground as exemplified by La Capitelle du Broum, Cabrières-Péret, Herault (Ambert *et al.* 2005) and at the Great Orme in north Wales (Chapman 2007) (Figs. 4 & 5). At Los Millares (Fig. 6), Zambujal and Almizaraque, in Iberia (Fig. 4), as well as at Al Claus, Tarn and Garrone, France (Carozza *et al.* 1997) the hearths seem to have held large open ceramic vessels which often have evidence of vitrification with slagging together

[22] It has been claimed that large furnaces, comparable to the Late Bronze units at Timna were in use at Valencina de la Concepción (Nocete *et al.* 2008). From the illustrations and description they would seem to be hearths similar to those found on other contemporary sites in southern Iberia.

Figure 6.
Large hearth in building at Los Millares, surrounded by ore fragments prills of copper and the fragments of slagged dishes(*cf* Fig. 4) (Duncan Hook).

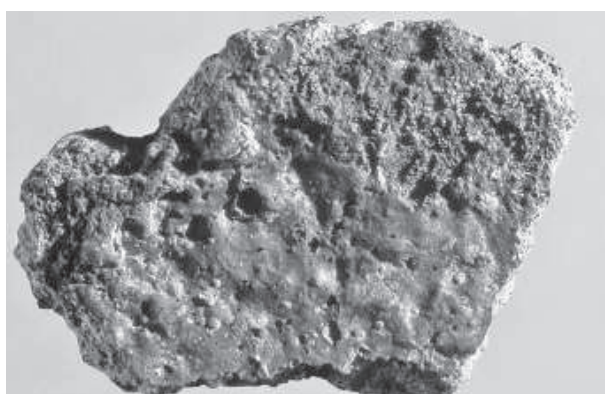



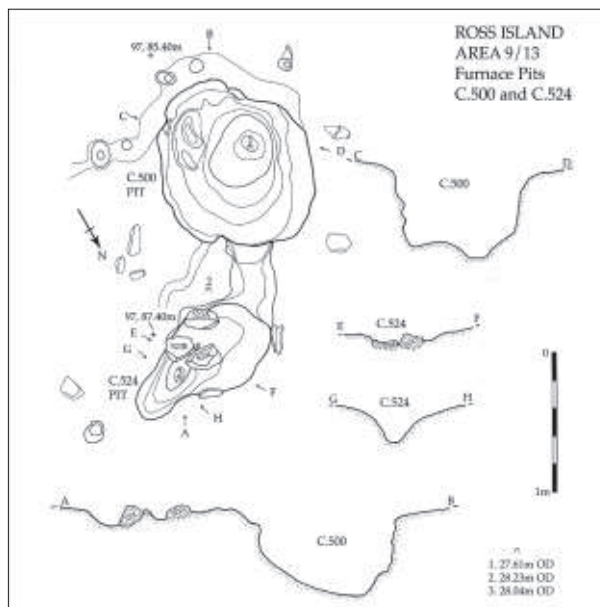
Figure 7.
Typical fragment of the large open dishes that are slagged and partially vitrified on their upper concave surfaces. This example is from Los Millares, Almeria (Fig. 6).

with prills of copper and some remnants of burnt ore on their upper concave surfaces (Fig. 7) (Moreno Onorato *et al.* 2010)[23]. Studies by Hook *et al.* (1991) on samples of these from Los Millares showed that the penetration of vitrification into the ceramic body indicated the process must have been of the order of about two hours, quite a short duration compared to the true slagging processes where times of the order of 5 to 10 hours were more usual[24]. At Ross Island there are a

[23] Very similar ceramic vessels were used at the contemporary site of Göltepe, Turkey, where cassiterite, tin oxide, from the nearby Kestel mine was smelted (Yenner *et al.* 2003).

[24] The smelting sites of southern Iberia often produce fragments of open rectangular vessels of a rough ceramic that have clearly been involved in some pyrometallurgical operation (Fig. 8). Back in the 1980's the author and his team assumed that they were moulds for casting axe blanks (Hook *et al.* 1987) whilst others have interpreted them as crucibles (Sáez *et al.* 2003; Müller *et al.* 2007). Recent work suggests they are more likely to be smelting vessels (Polvorinos del Río *et al.* 2010). The only parallel known to the author are similar smelting vessels of the Chalcolithic period from Tal-I Ibris, in Iran (L.D. Frame, presentation at Fifth Forbes Symposium, Freer Gallery of Art, Washington Oct. 29th 2010).

Figure 8.
Complete vessel of rough ceramic from the Millarian period site at El Malagón, Almeria (Arribas *et al.* 1978). This and others from southern Iberia have clearly been involved in some pyro-metallurgical process, now believed to be smelting.

Figure 9.
Section and profile of some of the presumed smelting pits at the Beaker period mine and smelting site Area 9/13 at Ross Island, Killarney (O'Brien 2004, Fig. 98, p.239).

series of small pits with burnt edges that are inferred to be smelting places (O'Brien 2004, p. 460-70) (Fig. 9).

Experiments conducted by the Early Mines Research Group (Timberlake 2007) and others have shown that it is perfectly possible to smelt oxidised copper ores deeply buried under charcoal on an otherwise open but clay-lined hearth (Fig. 10). However, conditions could be considerably improved by placing turves over the charcoal, thereby, in a sense, turning it into a bowl furnace.

Yet another problematic area concerns the supply of air to the smelting unit. The whole concept of a smelting unit is that it contains the burning charcoal, enabling

Figure 10.
Early Mines Group smelting experiments in progress with mature students at the Butser Iron Age farm centre (Paul Craddock).

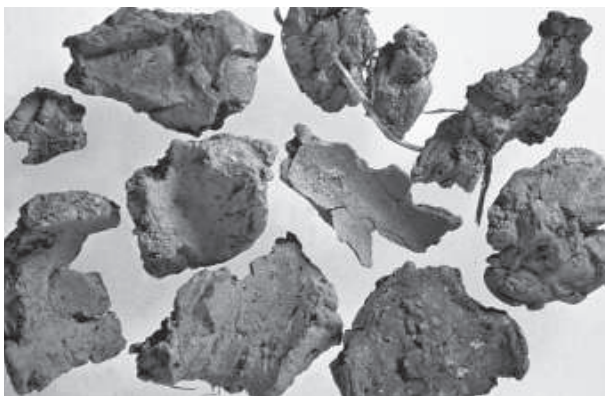



Figure 11.
Fragments of clay blowpipe protectors collected from the smelting hearth into which they had fallen during Early Mines Group smelting experiments. Such pieces were very fragile and had no recognisable shape and thus would be unlikely to survive or be recognised if they did (Paul Craddock).

high temperatures and reducing conditions to be maintained (Rehder 1994, 2000). This is only possible if a supply of air is forced into the centre of the fire[25]. On all historic traditional smelting units this has been achieved by the use of bellows of one sort or another with the air fed into the furnace through a non-combustible tube, the *tuyere,* usually made of clay in antiquity, which penetrated into the fire. On early smelting sites the tuyere is usually the only evidence that some form of forced draught has been employed. However, the postulated Bronze Age smelters of Western Europe have singularly failed to produce evidence of *tuyeres*. It has been suggested that air was supplied through blowpipes (Rehder 1994), such as was certainly the case in South America (Roden 1988). There the blowpipes of reed or cane were supplied with a protective clay tip, and similar clay tips have been

[25] Air will always have to be pushed into an enclosed reducing charcoal fire as combustion creates a considerable over pressure in the reaction zone. This is partly chemical as one molecule of oxygen, O_2, generates two molecules of carbon monoxide, CO, and partly physical, as the gases expand due to the massive rise in temperature.

found at smelting sites all over Europe, but in very limited quantities (see FNs 25 & 26). As Roden pointed out, the numbers found are too small to be sure that the use of blowpipes was a regular practice in Europe. However, we found that blow pipes work perfectly well without protective tips and if an artificial draught was introduced in antiquity then in the apparent absence of *tuyeres*, this seems the most likely method, although once again arguing from negative evidence[26].

Another possibility is that the smelting units were wind-blown. Over the last 30 years the evidence for this technique has emerged all over the world (Craddock 1995, p. 174-6), especially amongst the earliest slagging furnaces of the Middle East (Craddock 2001) and Eastern Mediterranean as exemplified by the Chalcolithic smelting site of Chryskamino, on Crete (Betancourt 2006). The situation of some of the smelting units at Cabezo Juré has suggested that they may have been wind-blown (Sáez *et al.* 2003)[27] and many years ago John Jackson (1980) suggested that perhaps wind-blown smelting had taken place on a ridge of Mount Gabriel (Fig. 1), partly to explain the lack of smelting evidence in the immediate vicinity of the mines themselves.

At a very few Chalcolithic-Early Bronze Age smelting sites in Western Europe some quite large slag pieces have been found, most noticeably at Cabezo Juré (Sáez *et al.* 2003) and it has been debated whether they were from a true deliberate slagging process as defined in FN 20. An optimum slag will be formed of minerals with the stoichiometry that produces the lowest melting point and viscosity when molten. Occasionally the gangue of the ore will have just the correct balance of minerals to produce this, but normally it is necessary to add either silica or metal

[26] The Early Mines Research Group's experience with the survivability of used *tuyeres* and blowpipe tips was that the portion of the tuyere that had been in the fire became quite robust. A used but still complete *tuyere* (Fig. 2) has been left out in all weathers and is still intact after ten years exposure. Thus, *tuyere* fragments should survive in the archaeological record and with their distinctive profile they should be easily recognisable. Conversely, our experience with reeds used as blowpipes and their tips showed that whilst the blowpipes themselves worked quite well, especially if the ends were kept wet, the clay tips, either pre-formed as a nozzle or just as wet clay wrapped around the tip, did not seem to protect the reed appreciably. The latter tended to drop off onto the fire and became lightly baked but were extremely fragile and would be unlikely to survive in the archaeological record (Fig. 11).

[27] The site, and that of Valencina de la Concepción, have produced large numbers of clay tubes that look rather too large for blow pipe protectors but too small for bellows *tuyeres*. Hunt Ortiz (2003, p. 146) examined some of these and concluded that they were ceramic stands not connected with metallurgy at all. They are approximately 10-13 cm in length, 5-7 cm in external diameter, and have a strange >< internal profile narrowing to only 1.5 cm towards the middle but flaring out at the ends to about 3 cm. Apparently some have been found embedded in the sides of the smelting units suggesting that some were concerned with the supply of air. As it has been suggested that the units were wind-blown could they be *tuyeres* set into the windward side of the smelter as was certainly the case at the much later wind-blown iron smelting furnaces on Sri Lanka (Juleff 1998)?

oxides, usually iron, to correct the balance and act as a *flux*. Clearly if it could be shown that the slags had been fluxed then this would be strong evidence for a deliberate slagging process. At Cabezo Juré it is claimed that the composition of the slags do not match that of the gangue of the ores and thus they were fluxed. Specifically, the aluminium, magnesium and titanium contents are too high to have come from the ores alone. However, as David Bourgarit (2007) has pointed out, these putative additions would, if anything, have raised the melting point and increased the viscosity of the slag. Also the slags are extremely heterogeneous and clearly had never been molten and in fact the extra components are more likely to have come unintentionally from the fuel ash and from the clay linings of the smelting unit.

Independent support for the non-slagging process hypothesis, and also possibly for the use of blowpipes, comes from the composition of the contemporary copper alloy artefacts where the iron content are often very low[28] suggesting that the forming copper metal was never exposed to the relatively strong reducing conditions which the prills would have encountered draining through a fayalitic slag[29]. In that

---

[28] The iron content is typically below 0.05% in the early artefacts as exemplifies by the analyses of Craddock 1979; Hook *et al.* 1987 and Junghans *et al.*1960, 1968, 1974, (NB analyses of Beaker and Early Bronze Age material collected by Rovira (1998) apparently had much more variable iron contents. However many of these were surface analyses with the possibility of iron contamination from the burial surroundings). The iron content rose to over 0.1% in copper smelted by a slagging process. In Craddock and Meeks (1987) the interesting comparison was drawn between the low iron of the bronzes of the indigenous Bronze Age cultures of Iberia compared to the much higher iron content of those found in the contemporary Phoenician etc. settlements in south –eastern Iberia, such as Tejada, Huelva (Fig. 1) (Craddock in Rothenberg & Blanco–Freijeiro 1981, p. 279-80; Rovira *et al.* 1987). More recent analytical programmes have reinforced this trend. Thus, for example the many Atlantic Bronze Age bronzes from France analysed by Le Carlier *et al*. (2009) and Escanilla Artigas and Mille (2009) have low iron contents but bronzes from the Phoenician site of Morro de Mezquitilla, Malaga (Fig. 1) (Giumlia-Mair 1992) and also in the Orientalising site of Quinta do Almaraz, in southern Portugal which have 'Relatively high iron contents (~0.2 to 0.9%) point to the use of efficient smelting furnaces that promote incorporation of iron in metallic copper.' (Valério *et al.* 2010a, 2010b). It is perhaps significant that the iron content of Pre-Columbian copper, smelted with blowpipes, is also generally very low (Hosler 1994, for example), commensurate with the European Bronze Age material, which may be additional support for the use of blowpipes in Europe in remote antiquity.

[29] The adoption of a slagging process did not invariably lead to an increase in the iron content of the copper. If the furnace conditions were not reducing enough to produce wustite, FeO, or metallic iron then iron could not enter the copper. Thus for example, the Bronze Age metalwork from the Aegean has low iron values (Craddock 1976) even though slag heaps are abundant from the Early Bronze Age (Georgikopolou *et al.* 2011). A detailed analysis of some of these slags has shown the iron to be principally in the form of magnetite, (Fe_3O_4), which could not have been absorbed by the forming copper draining through it. A similar situation seems to have occurred at the Argaric site of Peňalosa, in Spain where the slags contain magnetite, cuprite and delafossite, $CuFeO_2$, again denoting relatively oxidising conditions in which the copper would not pick up iron (Moreno Onorato *et al.* 2010). Conversely, prills of copper entrapped in the

environment the wustite and metallic iron in the slag could dissolve in the copper as more fully explained in Craddock and Meeks (1987) and Craddock (1995, p. 137-40 and 1999).

It has been claimed that the reason for the low iron contents is that the Bronze Age copper was refined. Simple remelting in an open crucible will reduce the iron content of ferruginous copper typically down to about 0.1-0.3 %. This is significantly higher than in the bulk of the Bronze Age metal but is the level common in copper smelted by slagging processes from late Antiquity onwards and at which level iron has no effect on the properties of the metal, and would to all intents be invisible to a metalsmith in antiquity. It is never explained why it was felt necessary to reduce the iron content in the Early Bronze Age metal still further, nor by what process the iron can have been removed but which somehow retained the much more volatile arsenic and antimony.

A number of early smelting sites in Europe have produced tiny amounts of slag with entrapped prills of copper, the latter often containing substantial traces of iron (Bourgarit 2007; Capel *et al.* 2009, but see FN 28 for some of the problems associated with the interpretation of this phenomenon). This has led to claims that these prills are representative of the freshly smelted copper before it was refined. An alternative approach is to regard these slag-enclosed iron-rich copper prills as having experienced exceptional and very different local conditions within the smelting system than the bulk of the ore. Thus the general rarity within the metal in circulation of copper with high iron contents could be taken as an indication that strongly reducing conditions and slag forming processes were not usual.

This and the tiny quantities of slag found at most sites does raise the question of their value in determining the processes, as David Bourgarit (2007) has stated 'These derisory amounts beg the question of how representative are the recovered slags, a question that is of crucial importance since the reconstruction of the smelting process relies almost entirely on these debris.'

The copper-iron-sulphide minerals

Experimental simulations have repeatedly shown that it is possible to smelt oxide ores without producing a real slag and the iron content of this copper is generally low (Timberlake 2007; Craddock *et al.* 2007). The partial oxygen pressure

delafossite-containing slags from Almizaraque, Almeria (Fig. 1) were found to have high iron contents (Müller *et al.* 2004). This illustrates a more general problem. All these small smelting units would have been dynamic, non-equilibrium systems with their redox conditions widely changing over a few centimetres or seconds. The slags will have solidified over a matter of seconds and recorded the conditions of just those particular moments and place, not of the whole process.

is generally quite high and the smelting debris often includes minerals such as delafossite, $CuFeO_2$, indicating conditions too oxidising for the formation of iron or wustite, FeO, and the absence of slag means there is no medium in which any iron or wustite which had somehow formed could have had intimate contact with the molten copper. Similarly the primary pure copper sulphide minerals, covelite and chalcocite as well as the enriched tetrahedrite group ores, such as tennantite can be smelted without generating a slag as experiments at Ross Island have shown (O'Brien 2004, p. 470, etc.).

The minerals mentioned in the previous paragraphs are all essentially iron-free. The problems arise when it is postulated that ores such as bornite, Cu_5FeS_4, and chalcopyrite, $CuFeS_2$, were smelted where the iron is not just in the associated iron oxide and sulphide gangue minerals, but is actually part of the molecule of the ore mineral itself. These ores are the main primary ores in most mines including many of the deposits worked in antiquity in Western Europe and the Alps. Thus there is the problem of how the copper-iron-sulphides could have been smelted but leave little or no trace of slag or roasting debris and how the copper so produced was essentially iron-free. In historic times they were traditionally smelted by the *matte* process, which in successive roasting and smelting stages removes the silicate *gangue* and much of the iron, creating large quantities of slag and an iron-rich copper[30]. Limited experiments carried out by the Early Mines Research Group under quite oxidising conditions only produced very small quantities of metal, not a viable process, but even so this copper still contained iron in the range of 1 to 5% (Craddock *et al.* 2007), that is the amount typically found in the so-called black copper of the traditional *matte* process before refining. As mentioned above it is sometimes argued that the Bronze Age copper was refined, but the more recent fire-refined *matte* copper still typically contains iron in the range of 0.1 to 0.3%, much higher than the range of iron contents in the Bronze Age metal. Similar problems were encountered when chalcopyrite ores were smelted as part of experiments to reconstruct the processes performed at Zambujal in antiquity (Hanning *et al.* 2010).

French researchers (Burger *et al.* 2009 & 2010, etc) have established the physics and chemistry of simple processes to smelt the copper-iron-sulphur minerals and have successfully carried out smelting experiments. The problem is the creation of quantities of slag. Even if the ore was a pure mineral free of any gangue then the iron in the molecules of the mineral will still have to be removed as an iron silicate, maybe with some iron oxides. Thus the processes will necessarily generate the same

[30] For example the *Spangenbarren* copper ingots of the Middle-Late Bronze Age *matte* smelters of the Eastern Alps often contain several percent of iron (Moosleitner & Moesta 1988).

order of magnitude of slag as metal. However, with two exceptions[31], the smelting sites so far identified in Western Europe have produced only minimal quantities of slag. The various arguments that have been advanced to try and explain this absence have already been discussed above.

The traditional *matte* smelting processes together with recent experimental smelts suggest that it is not possible to totally separate the copper and iron that are in the ore minerals at the molecular level, substantial traces sometimes amounting to several percent of iron remain within the copper and traditional fire refining did not reduce the amounts to those that are regularly found in the Bronze Age metalwork. Previous papers on the subject by the present author sometimes concluded that there was something we did not presently understand (Craddock *et al.* 2007; Craddock 2009), or to be more precise there was a possibility for some as yet undiscovered slagless smelting process that would resolve the difficulties described above (Craddock 1995, p. 135-7). However the recent comprehensive work by the French teams, developing the work done by Rostoker *et al.* (1989), demonstrates that slagless *matte* smelting of the copper-iron-sulphide ores just is not possible.

It really does seem that the most tenable conclusion is that the copper-iron-sulphur minerals were not treated in Western Europe at least until the Late Bronze Age and probably later in some regions. This does not clear up all the mysteries, but merely changes the question. We no longer need to ask how they could have

[31] The sites excavated by Nocete (2006) and Nocete *et al*. (2008) in the southern Iberian Pyrite Belt have each produced several kg of slag but they were certainly treating oxidised ores. The second is the copper mine of Saint-Véran and its associated smelting sites in the French Alps that have evidence of an apparently extraordinary precocious smelting process, claimed to date from the late third millennium BC (Bourgarit *et al.* 2008, 2010; Burger *et al.* 2009). In antiquity the mine produced some chalcocite, but with native copper and bornite as the major minerals. The nearby smelting site of La Cabane des Clausis revealed a surface spread of burnt material approximately 10 cm thick containing masses of charcoal, some tuyere or blowpipe fragments and more than 100 kg of the distinctive tap slags known from the Eastern Alps as *Plattenschlacke*. There it is the familiar waste product of the *matte* smelting process that was in use to process chalcopyrite and bornite from the end of the Middle Bronze Age approximately a thousand years later than Saint-Véran. The clay tubes are also puzzling and apparently unique. They are quite small and the tip narrows to an aperture no more than 3-4 mm wide, far too small to allow the passage of a blast from bellows. Also they are all unslagged suggesting they were never involved with the primary smelting process. The problems do not end there, it has been estimated that the mines could have been producing in the order of 7 tons of copper per annum, yet the region has little metalwork at that period to account for such a huge production, and such metalwork that has been analysed (Ambert 1999, for example) lacks the enhanced iron content that copper produced by the *matte* process would certainly have contained. Until the excavations are properly published it is difficult to be sure what is going on, but is it possible that the radio carbon dates relate to an early working for native copper and the clay tips are from the blow pipes that were used to melt it and then much later the mines and likely the heaps of discarded bornite were reworked leaving no other evidence but the slags?

treated these ores but rather why did they avoid them for so long? The more recent traditional *matte* smelting processes from around the world were often very simple yet all produced a slag as a matter of course. Almost the only thing they had in common was that they all used bellows of some sort or other. Rehder (1994) has argued that bellows-blown furnaces were necessary for iron smelting, and it seems likely that bellows-blown smelting units also are necessary for the *matte* process. The absence of tuyeres on Bronze Age smelting sites in Western Europe implies the absence of bellows and this in turn could be the explanation why the matte process was not adopted.

4. CONCLUSIONS

Inception of metallurgy

Paradigms for the inception of metallurgy do seem to follow a sinusoidal curve of endless reprococity. The evidences are often nugatory and there will always be geological, environmental and cultural constraints on establishing similarities or differences in technologies over long distances.

However there are some other related comparisons between Western European and Middle Eastern metallurgical practices that are relevant to the debate. It is surely significant that all over Europe, be it the 6th or 3rd millennium BC metallurgy always starts at the very simplest technology, both in smelting and in metalworking. Thus the first smelting units identified in Western Europe in the third millennium BC would seem to be hearths, whereas the contemporary smiths in the Eastern Mediterranean and Middle East were already using furnaces (Craddock 2001). Also, if metal smelting was introduced from the Middle East then this flow of technology was a one off event. Through the next two millennia there were major technical developments in smelting technology in the Middle East leading to the Late Bronze Age bellows-fed shaft furnaces, exemplified by sites such as Timna, Israel (Merkel in Rothenberg 1990) or Feinnan, Jordan (Hauptmann 2000), producing quantities of tap slags, whose compositions indicated highly-reducing efficient processes, yet none of these developments reached Western Europe until the spread of iron smelting in the first millennium BC.[32]

[32] In contrast to the introduction of copper metallurgy, the earliest ironworking all over Europe includes all the techniques current in the Middle East such as forging to make piled structures and the production of heat-treated steel (Tylecote 1987, chapters 5 and 7), strongly suggesting that it was introduced by practicing smiths from more advanced areas.

Similarly, the earliest castings were invariably made in single valve moulds all over Europe, and only replaced some considerable time later by two-piece moulding. Yet, when the first simple castings were being made in Western Europe in the third millennium BC the Eastern Mediterranean and Middle East already had a long established tradition of two piece moulding supplemented by lost wax casting (Hunt 1980)[33]. Roberts (2009) stated that 'The 'spread' of metallurgy…. was caused by the movement of skilled metal-smiths, either returning to their original regions or settling in foreign lands,'. If this was so why did these 'skilled metal-smiths' almost invariably forget the technology they knew in the more advanced centres and start from scratch at the simplest level?

The diffusionist position was probably best expressed by that arch diffusionist, Joseph Needham. He believed that simple technologies were likely to have developed independently in a large number of areas, but that more complex technologies were likely to have only developed in a few sophisticated societies and spread out from these to the more primitive cultures (Needham 1954, p. 228-9). This paradigm can be applied to the spread of metallurgy across the ancient world (Craddock 1999). The initial smelting processes were not technologically challenging, being based on the reduction of copper ores in hearths not very different from those used for domestic purposes (Craddock 2001). It may have been necessary to introduce the more complex processes such as slag smelting and lost wax casting to Eurasia, however these advanced technologies were perhaps not appropriate to the needs of the simpler communities. It does seem that it was the advent of iron in Western Europe that saw the introduction of true slagging processes carried out in bellows-blown furnaces.

Technology

Turning finally to the technology of Bronze Age metallurgy, the identity of the copper ores sought and thus by extension to the processes used to smelt them have proved difficult to establish, the whole subject being fraught with the problems of negative evidence. Despite the general prevalence of primary sulphidic ores in the copper sources of Western Europe, it does now seem that sufficient secondary oxidised and enriched ores once existed to supply the requirements of the Bronze Age.

[33] Proficient lost wax casting was already being produced in the 4th millennium BC by the Ghassulian cultures of the Levant as exemplified by the extraordinary hoard of metalwork from Nahal Mishmar (Tadmor *et al.* 1995). The earliest examples in Western Europe would seem to be some Late Bronze Age goldwork from Iberia (Armbruster 1995) and the British Isles (Meeks *et al.* 2008).

The general paucity of true process slags at the Bronze Age smelting sites so far discovered coupled with the low level of iron in the resulting copper suggests that the processes never attained very high temperatures or reducing conditions. The available evidence suggests simple hearth smelting probably fed from blowpipes. These may not have been able to successfully reduce the more abundant copper iron sulphide minerals. Even so they were able to meet the relatively small demands of the Bronze Age societies and as such efficiency was of no great matter.

ACKNOWLEDGMENTS

The author is very grateful for the help and advice he received from Carla Martin, Mark Hunt Ortis, Ignacio Montero Ruiz and Susan La Niece. Tony Simpson is thanked for help in preparing Fig. 1.The author remains, of course, responsible for the remaining mistakes and infelicities.

REFERENCES

ABRIL, D.; NOCETE, F.; RIQUELME, J. A.; BAYONA, M. R. & INÁCIO, N. (2010). Zooarqueología del III Milenio A.N.E.: El barrio metalúrgico de Valencina de la Concepción (Sevilla). *Complutum.* 21(1). 87-100.

ALMAGRO, M. & ARRIBAS, A. (1963). *El poblado y la necropolis megalitica de Los Millares*, Madrid: Instituto Español de Prehistoria del CSIC.

AMBERT, P. (1999). Les minerais de cuivre et les objets métalliques en cuivre à antimoine-argent du sud de la France. In HAUPTMANN, A.; PERNICKA, E.; REHREN, Th. & YALÇIN, Ü. (eds.). *The Beginnings of Metallurgy*, *Der Anschnitt* Beiheft. 9. Bochum: Deutsches Bergbau Museum. p. 193-210.

AMBERT, P.; BOUQUET, L.; GUENDON, J. L. & MISCHKA, D. (2005). La Capitelle du Brom (district minier de Cabrières-Péret, Hérault). In AMBERT, P. & VACQUER, J. (eds.). *La Première Métallurgie en France et dans les Pays Limitrophes*. Carcassonne: Société Préhistorique Française. p. 83-93.

AMZALLAG, N. (2009). From Metallurgy to Bronze Age Civilisations: The Synthetic Theory. *American Journal of Archaeology.* 113(4). 497-519.

ARMBRUSTER, B.R. (1995). Rotary motion-lathe and drill. In MORTEANI, G. & NORTHOVER, J. P. (eds.). *Prehistoric Gold In Europe*. Dordrecht: Kluwer Academic. p. 399-423.

ARRIBAS, A.; MOLINA, F.; TORRE, F. de la; NAJERA, T. & SAEZ, T. (1978). El poblado de la Edad del Cobre de "El Malgón" (Cullar-Baza, Granada). *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada.* 3. 67-116.

ARRIBAS, A. & MOLINA, F. (1984). Estado actual de la investigation del Megalitismo en la Peninsula Ibérica. *Scripta Praehistórica*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

BACHMAN, H-G. (2003). Bunt-und Edelmetalle aus mitteleuropäischen Komplexerz-Lagerstätten: Fahlerz-Verhüttung von der Bronzeit bis zur Renaissance. In STÖLLNER, T.; KÖRLIN, G.; STEFFENS, G. & CIERNY, J. (eds.). *Man and mining studies in homour of Gerd Weisgerber*. Bochum: Der Anschnitt Beiheft. 16. p. 25-36.

BARTELHEIM, M. (2009). *The organisation of Bronze Age copper production in the Eastern Alps*. In Abstracts of the TESME conference. Madrid, 25-27 November 2009. p. 14.

BETANCOURT, P. P. (2006). *The Chryskamino Metallurgy Workshop and its Territory*, *Hesperia Supplement.* 36. Princeton NJ: American School of Classical Studies at Athens.

BICK, D. E. (1999). Bronze Age copper mining in mid-Wales – fact or fantasy?. *Journal of the Historical Metallurgy Society.* 33(1). 7-12.

BLANCE, B. (1961). Early Bronze Age colonists in Iberia. *Antiquity*. 35(139). 192-202.

BOURGARIT, D. (2007). Chalcolithic copper smelting. In LA NIECE, S.; HOOK, D. R. & CRADDOCK, P. T. (eds.). *Metals and Mines*. London: Archetype. p. 3-14.

BOURGARIT, D.; ROSTAN, P.; BURGER, E.; CAROZZA, L.; MILLE, B. & ARTIOLI, G. (2008). The beginning of copper mass production in the western Alps: the Saint-Véran mining area reconsidered. *Journal of the Historical Metallurgy Society.* 42(1). 1-11.

BOURGARIT, D. ; ROSTAN, P. ; CAROZZA, L. ; MILLE, B. & ARTIOLI, G. (2010). Vingt ans de recherché à Saint-Véran, Hautes Alpes: état des connaissances de l'activité de production de cuivre à l'âge du Bronze ancien. *Trabajos de Prehistoria.* 67(2). 269-285.

BUDD, P. (1992). Alloying and Metalworking in the Copper Age of Central Europe. *Bulletin of Metals Museum of the Japan History of Metals.* 17. 3-14.

BURGER, E.; BOURGARIT, D.; ROSTAN, P.; CAROZZA, L. & ARTIOLI, G. (2009). The Mystery of Plattenschlacke in protohistoric copper smelting: Early evidence at the site of Saint Véran, French Alps. In MAIR, A. Giumlia (ed.). *Archaeometallurgy in Europe 2007*. Milano: Associazione Italiana di Metallurgia. p. 12-20.

BURGER, E.; BOURGARIT, D.; WATTIAUX, A. & FIALIN, M. (2010). The reconstruction of the first copper-smelting processes in Europe during the 4th and third millennium BC: where does the oxygen come from?. *Journal of Applied Physics A.* 100. 713-724.

CAPEL, J.; MORENO, A.; RENZI, M.; ROVIRA, S.; MOLINA, F.; PUGA, E. & LOZANO, J. A. (2009). *Tipologia y escorificaciones de las vasijas metalurgicas de Los Millares*. Abstract and paper, TESME conference Madrid, 25-27 Nov. 2009.

CAROZZA, L.; BOURGARIT, D. & MILLE, B. (1997). L' habit et l'atelier de métallurgiste chalcolithque d'Al Claus. *Archéologie en Languedoc.* 21. 147-160.

CASE, H. J. (1966). Were Beaker-people the first metallurgists in Ireland?. *Palaeohistoria.* 12. 141-177.

CHAPMAN, D. (2007). Great Orme smelting site, Llandudno. *Archaeology in Wales.* 37. 56-57.

CHILDE, V. G. (1957). *The Dawn of European Civilisation* (6th edition). London: Routledge.

CRADDOCK, B. R. & CRADDOCK, P. T. (1997). The inception of metallurgy in South-West Britain hypotheses and evidence. In BUDD, P. & GALE, D. (eds.). *Prehistoric Extractive Metallurgy in Cornwall*. Truro: Cornwall Archaeological Unit. p. 1-15.

CRADDOCK, P. T. (1976). The composition of the copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman civilisations: The Greeks before the Archaic period. *Journal of Archaeological Science.* 3(2). 93-113.

CRADDOCK, P. T. (1979). Deliberate alloying in the Atlantic Bronze Age. In RYAN, M. (ed.). *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe: Proceedings of the 5th Atlantic Colloquium*. Dublin: Stationery Office. p. 369-385 (and microfiche).

CRADDOCK, P. T. (1993). Bronze Age mining in the British Isles. In STEUER, H. & ZIMMERMAN, U. (eds.). *Montan-Archäologie in Europa*. Sigmaringen: Jan Thorbecke. p. 37-56.

CRADDOCK, P. T. (1995). *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

CRADDOCK, P. T. (1999). Paradigms of metallurgical innovation in Prehistoric Europe. In HAUPTMANN, A.; PERNICKA, E.; REHREN, Th. & YALÇIN, Ü. (eds.). *The Beginnings of Metallurgy*, *Der Anschnitt*. Beiheft 9. Bochum: Deutsches Bergbau Museum. p. 175-192.

CRADDOCK, P. T. (2001). From Hearth to Furnace. *Paléorient.* 26(2). 151-165.

CRADDOCK, P. T. (2009). Evidences for the Earliest Smelting Processes in Western Europe. In MAIR, A. G. (ed.). *Archaeometallurgy in Europe 2007*. Milano: Associazione Italiana di Metallurgia. p. 3-11.

CRADDOCK, P. T. & MEEKS, N. D. (1987). Iron in ancient copper. *Archaeometry.* 29(2). 187-204.

CRADDOCK, P.; MEEKS, N. & TIMBERLAKE, S. (2007). On the edge of success: the scientific examination of the products of the Early Mines Research Group Experiments. In LA NIECE, S.; HOOK, D. R. & CRADDOCK, P. T. (eds.). *Metals and Mines*. London: Archetype. p. 37-45.

DUTTON, L. A. & FASHAM, P. J. (1994). Prehistoric copper mining on the Great Orme, Llandudno, Gwnyedd. *Proceedings of the Prehistoric Society.* 60. 245-286.

ELLIOT SMITH, G. (1930). *Human History*. London: Jonathan Cape.

ELWIN, V. 1942. *The Agaria*. Oxford: Oxford University Press.

ESCANILLA ARTIGAS, N. & MILLE, B. (2009). *La metalurgia del final de la edad del bronce en la Cuenca Parisina*. Abstracts of the TESME conference, Madrid, 25-27 November 2009. p. 2.

FITZPATRICK, A. P. (2003). The Amesbury archer. *Current Archaeology.* 16(4) 184. 145-152.

FITZPATRICK, A. P. (2011). *The Amesbury Archer and the Boscombe Down Bowmen: Excavations at Boscombe Down. Vol. 1*. Salisbury: Wessex Archaeology.

GAINES, R. V.; SKINNER, H. C. W.; FOORD, E. E.; MASON, B. & ROSENZWEIG, A. (1997). *Dana's New Mineralogy*. 8th edition. New York: John Wiley.

GEORGIKOPOLOU, M.; BASSIASKOS, Y. & PHILANOITOU, O. (2011). Seriphos surfaces: a study of copper slag heaps and copper sources in the context of Early Bronze Age Aegean metal production. *Archaeometry.* 53(1). 123-145.

GIUMLIA-MAIR, A. (1992). The composition of copper-based small finds from a West Phoenician settlement site and from Nimrud compared with that of contemporary Mediterranean small finds. *Archaeometry.* 34(1). 107-119.

HANNING, E.; GAUSS, R. & GOLDENBERG, G. (2010). Metal for Zambujal: experimentally reconstructing a 5000-year-old technology. *Trabajos de Prehistoria.* 67(2). 287-304.

HARRISON, R. J. (1980). *The Beaker Folk*. London: Thames and Hudson.

HAUPTMANN, A. (2000). *Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Fennan / Jordanien*, *Der Anschnitt* Beiheft 11. Bochum: Deutsches Bergbau Museum.

HOOK, D. R.; ARRIBAS PALAU; CRADDOCK, P. T.; MOLINA, F. & ROTHENBERG, B. (1987). Copper and Silver in Bronze Age Spain. In WALDREN, W. H. & KENNARD, R. C. (eds.). *Bell Beakers of the Western Mediterranean* pt. 1. Oxford: BAR International Series 331(i). p. 147-171.

HOOK, D. R.; FREESTONE, I. C.; MEEKS, N. D.; CRADDOCK, P. T. & MORENO ONORATO, A. (1991). The early production of copper alloys in South East-Spain. In PERNICKA, E. & WAGNER, G. A. (eds.). *Archaeometry '89*. Basle: Birkhauser Verlag. p. 65-76.

HÖPPNER, B.; BARTELHEIM, M.; HUIJSMANS, M.; KRAUSS, R.; MARTINEK, K.-P.; PERNICKA, E. & SCHWAUB, R. (2005). Prehistoric copper production in the Inn Valley (Austria), and the earliest copper in central Europe. *Archaeometry.* 47(2). 293-315.

HOSLER, D. (1994). *The Sounds and Colors of Power*. Cambridge: MIT Press, Ma.

HUNT, L. B. (1980). The long history of lost wax casting. *Gold Bulletin.* 13(2). 63-79.

HUNT ORTIZ, M. (2003). *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*. Oxford: Archaeopress.

IXER, R.A. (2001). An assessment of the copper mineralization from the Great Orme Mine, Llandudno, North Wales, as ore in the Bronze Age. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society.* 53(3). 1-6.

IXER, R. A. & PATRICK, R. A. D. (2003). Copper-Arsenic Ores and Bronze Age Mining and Metallurgy with Special Reference to the British Isles. In CRADDOCK, P. T. & LANG, J. (eds.). *Mining and Metal Production Through the Ages*. London: British Museum Press. p. 9-20.

JACKSON, J. S. (1979). Metallic ores in Irish prehistory. In RYAN, M. (ed.). *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe: Proceedings of the 5th Atlantic Colloquium*. Dublin: Stationery Office. p. 102-125.

JACKSON, J. S. (1980). Bronze Age copper mining in Counties Cork and Kerry, Ireland. In CRADDOCK, P. T. (ed.). *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*. London: British Museum Occasional Paper 20. p. 9-30.

JULEFF, G. (1998). *Early Iron and Steel in Sri Lanka*. Mainz: Philipp von Zabern.

JUNGHANS, S., SANGMEISTER, E. & SCHRÖDER, M. (1960, 1968 & 1974). *Studien zu den Anfängen der Metallurgie*. Berlin: Mann.

LE CARLIER, C.; LE BANNIER, J. C.; MARCIGNY, C. & FILY, M. (2009). *ICP-AES chemical analysis of copper artefacts from the west of France*. Abstracts of the TESME conference, Madrid, 25-27 November 2009. p. 41.

MEEKS, N. D.; CRADDOCK, P. T. & NEEDHAM, S. P. (2008). Bronze Age Penannular Gold Rings from the British Isles: Technology and Composition. *Jewellery Studies.* 11. 13-30.

MIGHALL, T. M. (2003). Geochemical Monitoring of Heavy Metal Pollution and Prehistoric Mining: Evidence from Copa Hill, Cwmystwyth, and Mount Gabriel, County Cork. In CRADDOCK, P. T. & LANG, J. (eds.). *Mining and Metal Production Through the Ages*. London: British Museum Press. p. 43-51.

MIGHALL, T. M. & CHAMBERS, F. M. (1993). Early mining and metalworking: its impact on the environment. *Journal of the Historical Metallurgy Society.* 27(2). 71-83.

MIGHALL, T. M.; TIMBERLAKE, S.; GRATTAN, J. P. & FORSYTH, S. (2000). Bronze Age lead mining at Copa Hill, Cwmystwyth – fact or fantasy?. *Journal of the Historical Metallurgy Society.* 34(1). 1-12.

MONTERO RUIZ, I. (1993). Bronze Age metallurgy in southwest Spain. *Antiquity.* 67(254). 46-57.

MONTERO RUIZ, I. (1994). *El Origen de la Metalurgia en el Sureste Peninsular*. Almería: Insituto de Estudios Almerienses.

MONTERO RUIZ, I. (ed.) (2010). *Manual de Arqueometalurgia.* Madrid: Curos de Formación Permanente para Arqueólogos.

MONTERO RUIZ, I.; GARCIÁ HERAS, M. & LÓPEZ-ROMERO, E. (2007). Arqueometria: cambios y tendencias actuales. *Trabajos de Prehistoria.* 64(1). 23-40.

MORENO ONORATO, A.; CONTRERAS CORTÉS, F.; RENZI, M.; ROVIRA LLORENS, S. & CORTÉS SANTIAGO, H. (2010). Estudio preliminary de las escorias y escorificaciones del yacimiento metalurgico de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaèn). *Trabajos de Prehistoria.* 67(2). 305-22.

MOOSLEITNER, F. & MOESTA, H. (1988). Vier Spangenbarrendepots aus Oberreiching, Land Salzburg. *Germania.* 66. 29-67.

MUHLY, J. D. (1986). Prehistoric Background Leading to the First Use of Metals in Asia. *Bulletin of the Metals Museum.* 11. 21-42.

MÜLLER, J. D.; REHREN, Th. & ROVIRA LLORENS, S. (2004). Almizaraque and the early copper metallurgy of southeast Spain: new data. *Madrider Mitteilungen.* 45. 33-56.

MÜLLER, R.; GOLDENBERG, G.; BARTELHEIM, M.; KUNST, M. & PERNICKA, E. (2007). Zambujal and the beginnings of metallurgy in southern Portugal. In LA NIECE, S.; HOOK, D. R. & CRADDOCK, P. T. (eds.). *Metals and Mines*. London: Archetype. p. 15-26.

NEEDHAM, J. (1954). *Science and Civilisation in China I: Introductory Observations*. Cambridge: Cambridge University Press.

NEEDHAM, S. P. (1979). The extent of foreign influence on Early Bronze Age axe development in southern Britain. In RYAN, M. (ed.). *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe: Proceedings of the 5th Atlantic Colloquium*. Dublin: Stationery Office. p. 265-293.

NGOC, N. V.; SHAMSUDIN, M. & PRASAD, P. M. (1989). Salt Roasting of an Off-Grade Copper Concentrate. *Hydrometallurgy.* 21. 359-372.

NOCETE, F. (2006). The first specialised copper industry in the Iberian peninsula: Cabezo Juré (2900-2200 BC). *Antiquity.* 80(309). 646-657.

NOCETE, F.; QUEIPO, G.; SÁEZ, R.; NIETO, J. M.; INÁCIO, N.; BAYONA, M. R.; PERAMO, A.; VARGAS, J. M.; CRUZ-AUÑÓN, R.; GIL-IBARGUCHI, J. I. & SANTOS, J. F. (2008). The smelting quarter of Valencina de la Concepción (Seville, Spain). *Journal of Archaeological Science.* 35(3). 704-716.

O'BRIEN, W. (1994). *Mount Gabriel: Bronze Age Mining in Early Ireland*. Galway: University of Galway Press.

O'BRIEN, W. (2004). *Ross Island: Mining, Metal and Society in Early Ireland*. Galway: National University of Ireland.

POLVORINOS del RÍO, Á.; HERNÁNDEZ ARNEDO, M. J.; ALMARZA LÓPEZ, J.; FORTEZA GONZÁLEZ, M.; HURTADO PÉREZ, V. & HUNT ORTIZ, M. (2010). Caracterización arqueométrica e hipótesis funcional de "crisoles planos" escorificados procedentes del yacimiento calcolítico de San Blas (Cheles, Badajoz). In *VIII Congreso Ibérico de Arqueometria*. p. 389-400.

RADIVOJEVIĆ, M.; REHREN, Th.; PERNICKA, E.; ŠLJIVAR, D. & BRAUN, M. (2010). On the origins of extractive metallurgy: new evidence from Europe. *Journal of Archaeological Science.* 37(10). 2775-2787.

REHDER, J. E. (1994). Blowpipes versus Bellows in Ancient Metallurgy. *Journal of Field Archaeology.* 21(3). 345-350.

REHDER, J. E. (2000). *The Mastery and Uses of Fire in Antiquity*. Montreal: McGill-Queen's University Press.

RENFREW, C. (1967). Colonialism and Megalithismus. *Antiquity.* 41(164). 276-288.

RENFREW, C. (1969). The autonomy of the south-east European Copper Age. *Proceedings of the Prehistoric Society.* 35. 12-47.

RENFREW, C. (1972). The *Emergence of Civilisation*. London: Methuen.

RENFREW, C. (1987). *Archaeology and Language*. London: Jonathan Cape.

ROBERTS, B. (2009). Origins, Transmission and Traditions: Analysing Early Metal in Western Europe. In KIENLIN, T. L. & ROBERTS, B. W. (eds.). *Metals and Societies*. Bonn: Dr. Rudolf Habelt. p. 129-142.

ROBERTS, B. W.; THORNTON, C. P. & PIGOTT, V. C. (2009). Development of metallurgy in Eurasia. *Antiquity.* 83(322). 1012-1022.

RODEN, C. (1988). Blasrohrdüsen. *Der Achnitt.* 40(3). 62-82.

RODRÍGUEZ BAYONA, M. (2008). *La investigación de la actividad metalúrgica durante el III milenio A.N.E. en el Suroeste de la Península Ibérica*. Oxford: BAR International Series 1769.

ROSTOKER, W.; PIGOTT, V. C. & DVORRAK, J. R. (1989). Direct reduction to copper metal by oxide-sulfide mineral interaction. *Archaeomaterials.* 3(1). 69-87.

ROTHENBERG, B. (1990). *The Ancient Metallurgy of Copper*. London: IAMS.

ROTHENBERG, B. & BLANCO−FREIJEIRO, A. (1990). *Ancient Mining and Metallurgy in South West-Spain*. London: IAMS.

ROVIRA, S. (2002). Early slags and smelting by-products of copper metallurgy in Spain. In BARTELHEIM, M.; PERNICKA, E. & KRAUSE, R. (eds.). *The Beginning of Metallurgy in the Old World*. Rahden: Westfalen, Marie Leidorf. p. 83-98.

ROVIRA LLORENS, S. (1998). Metalurgia campaniforme en España: resultados de quince años de investigación arqueometalurgica. In FRÈRE-SAUTOT, M.-Ch (ed.). *Paléométallurgie des cuivres*. Montagnac: Éditons Monique Mergoil. p. 109-129.

ROVIRA LLORENS, S.; MONTERO RUIZ, I. & CONSUEGRA RODRÍGUEZ, S. (1987). Estudio arqueo-metalurgico de materiales de Tejada la Vieja. *Huelva Arqueologica.* 9. 223-234.

ROVIRA LLORENS, S. *et al.* (1997, 1999 & 2003). *Las Primeras Etaps Metalúrgicas en la Península Ibérica*, I- III (I: Análisis de Materials, Rovira Llorens, S., Montero Ruiz, I. and Consuegra Rodríguez, S.; II: Estudios Regionales, G. Delibes de Castro and I. Montero Ruiz; III: Estudios Metalogáficos, Rovira Llorens, S. and Gómez Ramos, P.). Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.

SÁEZ, R.; NOCETE, F.; NIETO, J. M.; CAPITÁN, M. A. & ROVIRA, S. (2003). The extractive metallurgy of copper from Cabezo Juré, Huelva, Spain. *The Canadian Mineralogist.* 41(5). 627-638.

SIRET, L. (1913). *Questions de chronologie et d'Ethnographie Ibériques* I. Paris.

SIRET, H. & SIRET, L. (1887). *Les premier ages du metal dans le sud est de l'Espagne*. Louvain, Anvers.

TADMOR, M.; KEDEM, D.; BERGEMANN, F.; HAUPTMANN, A.; PERNICKA, E. & SCHMITT-STRECKER, S. (1995). The Nahal Mishmar hoard from the Judean desert: technology, composition and provenance. *Atiqot.* 27. 95-148.

THORNTON, C. P.; GOLDEN, J. M.; KILLICK, D. J.; PIGOTT, V. C.; REHREN, Th. & ROBERTS, B. W. (2010). A Chalcolithic Error. *American Journal of Archaeology.* 114(2). 305-315.

TIMBERLAKE, S. (2002). Ancient prospection for metals and modern prospection for ancient mines – the evidence for Bronze Age mining within the British Isles. In BARTELHEIM, M.; PERNICKA, E. & KRAUSE, R. (eds.). *The Beginning of Metallurgy in the Old World*. Rahden: Westfalen, Marie Leidorf. p. 327-357.

TIMBERLAKE, S. (2003). *Excavations on Copa Hill, Cwmystwyth (1986-1999)*. Oxford: British Archaeological Reports, British Series 348.

TIMBERLAKE, S. (2007). The use of experimental archaeology for the understanding and reconstruction of Early Bronze Age mining and smelting technologies. In LA NIECE, S.; HOOK, D. R. & CRADDOCK, P. T. (eds.). *Metals and Mines*. London: Archetype. p. 27-36.

TIMBERLAKE, S. & PRAG, A. J. N. W. (eds.) (2005). *The Archaeology of Alderley Edge: Survey, Excavation and Experiment*. Oxford: Archaeopress.

TIMBERLAKE, S. (2009). Copper mining and production at the beginning of the British Bronze Age. In CLARK, P. (ed.). *Bronze Age Connection: Cultural Contacts in Prehistoric Europe*. Oxford: Oxbow Books. p. 94-121.

TYLECOTE, R. F. (1987). *The Early History of Metallurgy in Europe*. London: Longman.

VALÉRIO, P.; SILVA, R. J. C.; ARAÚJO, M. F.; SOARES, A. M. M.; SILVA, A. C. & BARROS, L. (2010a). *Orientalising influences on bronze metallurgy at southern Portugal*. Abstract from the 2010 Braga conference p. 54.

VALÉRIO, P.; SILVA, R. J. C.; MONGE SOARES, A. M.; ARAÚJO, M. F.; BRAZ FERNANDES, F. M.; SILVA, A. C. & BERROCAL-RANGEL, L. (2010b). Technological continuity in Early Iron Age bronze metallurgy at the South-Western Iberian Peninsula- a sight (*sic*) from Castro dos Ratinhos. *Journal of Archaeological Science.* 37(8). 1811-1819.

VICENT GARCIA, J. M.; MARTINEZ NAVARRETE, M. I.; LÓPEZ SÀEZ, J. A. & ZAVALA MORENCOS, I. (2010). Impacto medioambiental de la mineria y la metalurgia del cobre le Edad del Bronce en Kalgary (region de Orenburgo, Rusia). *Trabajos de Prehistoria.* 67(2). 511-544.

YENER, K. A.; ADRIAENS, A.; EARL, B. & ÖZBAL, H. (2003). Analyses of Metalliferous Residues, Crucible Fragments, Experimental Smelts, and Ores from Kestel Tin Mine and the Tin Processing Site of Göltepe, Turkey. In CRADDOCK, P. T. & LANG, J. (eds.). *Mining and Metal Production Through the Ages*. London: British Museum Press. p. 181-197.

Abstract: This paper tries to outline some of the evidences, possibilities, pitfalls and contradictions surrounding a tantalising but vital component of the Bronze Age in Western Europe- the inception and technology of extractive metallurgy.

Through the 20th century the paradigms of the inception of metallurgy have swung between an implicit assumption of diffusion from the Middle East – Eastern Mediterranean, then to a vigorously championed case for independent development and now seemingly returning back to diffusion.

Before the advent of archaeological survey and excavation backed up with scientific study of sites of metallurgical activity our understanding of Bronze Age metallurgy was largely confined to the study of the surviving artefacts. Even establishing the probable ore sources utilised was based on the trace element content of the surviving metal artefacts, and these provenance studies predictably met with a singular lack of success.

From the 1980's field surveys have located the extant remains of many ancient copper workings, and their subsequent excavation has very fully documented Bronze Age mining technology. In contrast, the remains of the smelting activities have proved remarkably elusive over much of Western Europe.

On current evidence it seems unlikely that metallurgy was introduced directly into Western Europe from the east, although possibly the appearance of metal artefacts may have stimulated local developments. Technical developments in extractive metallurgy continued through the Bronze Age in the Middle East and Eastern Mediterranean but had little effect in Western Europe. There the smelting operations were essentially non-slagging and conducted in hearths, with more advanced bellows-blown furnaces only introduced with the smelting of iron.

It is likely that the copper ores used in the Bronze Age of Western Europe were the secondary oxidised minerals and the enriched *fahl* ores, comprising tetrahedrite sulphide minerals. To what extent the primary copper-iron sulphides, chalcopyrite and bornite, which typically constitute the main part of copper ore bodies, were utilised is very uncertain.

Key-words: Western Europe, Bronze Age, Extractive metallurgy, Smelting techniques, Archaeology.

Resumo: Neste artigo abordam-se algumas das evidências, possibilidades, dificuldades e contradições em torno de um tema vital para a Idade do Bronze na Europa ocidental – os inícios da metalurgia e da extracção mineira.

Ao longo do século XX as hipóteses para explicar os inícios da metalurgia nesta região têm oscilado entre as posturas difusionistas, que defendem a sua origem a partir do Próximo Oriente ou do Mediterrâneo oriental, as indigenistas e, mais recentemente, as neo-difusionistas.

Antes dos trabalhos arqueológicos de carácter científico o estudo da metalurgia da Idade do Bronze foi realizado, essencialmente, com base no achado de artefactos metálicos, na sua maioria descontextualizados. Mesmo os estudos de proveniência do minério tiveram por base os elementos traço desses artefactos com elevada dose de insucesso.

Só partir da década de 80, com o desenvolvimento de uma arqueologia científica, baseada em trabalhos de prospecção e de escavação, foi possível localizar vestígios de antigas explorações de cobre que permitiram compreender os processos tecnológicos relacionados com a mineração da Idade do Bronze a uma escala geral. Contudo, na Europa Ocidental, as evidências relacionadas com as actividade de fundição são ainda muito escassas o que dificulta os trabalhos nesta área de estudo.

Mesmo assim e, com base nos dados actuais, parece improvável que a metalurgia tenha sido introduzida directamente na Europa ocidental a partir do Mediterrâneo oriental, embora

a presença de artefactos metálicos exógenos possa ter estimulado o desenvolvimento de produções locais.
Ao longo da Idade do Bronze do Próximo Oriente, verificam-se avanços tecnológicos no âmbito da extracção mineira, certamente com muito pouco impacto na Europa ocidental. Naquela região, os processos de fundição foram essencialmente de não-escórias e realizados em lareiras, tendo os fornos alimentados com foles só sido introduzidos com a fundição do ferro.
É provável que os minérios de cobre usados na Idade do Bronze na Europa ocidental tenham sido os minerais secundários oxidados e os minérios enriquecidos, como a tetrahedrite. A utilização dos principais sulfuretos de cobre e de ferro, como a calcopirite e a bornite, que normalmente constituem a parte principal do minério de cobre, foi muito pouco provável.

Palavras-chave: Europa ocidental, Idade do Bronze, Metalurgia extractiva, Técnicas de fundição, Arqueologia.

ARQUEOMETALURGIA NA EUROPA ATLÂNTICA – O OURO ANTES DO FERRO

BARBARA ARMBRUSTER[1]

Este trabalho pretende efectuar uma retrospectiva das questões relativas à evolução da tecnologia da ourivesaria arcaica da Europa atlântica, desde a Idade do Bronze até à Idade do Ferro. Trata-se de um trabalho de arqueometalurgia pois as investigações sobre materiais, técnicas de fabrico, ferramentas e oficinas de ourives fazem parte integral do domínio científico desta disciplina (Montero Ruiz 2010).

A Idade do Bronze na Europa atlântica é um período particularmente importante em termos da produção de artefactos em ouro, riqueza reflectida em objectos de prestígio, poder e uso religioso. O contexto funerário dos objectos em ouro predomina no início da Idade do Bronze, embora os depósitos e os entesouramentos se consubstanciem numa importante concentração de artefactos auríferos a partir do Bronze Médio e, particularmente, durante o Bronze Final.

São vários os temas em que podemos subdividir o estudo da cultura material, em particular o dos aspectos tecnológicos de objectos metálicos. O estudo da ourivesaria da Idade do Bronze considera como fundamentais a composição e a origem da matéria-prima, as ferramentas e a oficina, assim como a cadeia operatória relacionada com as técnicas de fabrico, desde o lingote até ao produto final. O estudo do intercâmbio de bens de prestígio em ouro até a sua deposição final dá, também, informações preciosas sobre a funcionalidade prática e o papel sociocultural e religioso do artefacto. Inovações indígenas ou influências exógenas são dois fenómenos que indiciam a interacção entre pessoas e contactos culturais implicando, normalmente, mutações tecnológicas e morfológicas.

[1] UMR 5608 du CNRS – TRACES. Maison de la Recherche Université de Toulouse le Mirail 5. barbara.armbruster@univ-tlse2.fr http://traces.univ-tlse2.fr

A parte "humana" do estudo dos ouros interessa ao ourives e o seu mester à sociedade na qual o artista exerce a sua arte. Uma das facetas deste tipo de investigação aborda o *status* e a especialização do artesão enquanto a outra leva ao conhecimento e ao segredo das formas e decorações, bem como da simbologia inerente ao artefacto. O controlo e a transmissão do saber e da experiência, ou seja, a relação entre mestre, aprendiz e elites são igualmente questões que a temática da ourivesaria aborda.

O conceito de "tecnologia" (do grego τεχνολογία – technología) significa o estudo sistemático da arte, da técnica e da ciência. O termo "técnica" (τέχνη – technē) significa o modo específico e a habilidade de fabrico de um objecto. A tecnologia e a técnica traduzem, tal como as marcas estilísticas, um conceito social. O termo grego τεχνίτες significa artista e / ou artífice, sem distinção. Deste modo, a dicotomia entre a arte, o artefacto e a tecnologia que se estabeleceu durante a industrialização não existia na Idade do Bronze. A tecnologia deste período pode, assim, ser vista como expressão duma "cultura material activa" que materializa ideias que se reflectem fisicamente no artefacto, sendo pois um factor chave para a compreensão do contexto de produção. Esta noção, que pode ser aplicada ao estudo da tecnologia do ouro, baseia-se nas reflexões do arqueólogo inglês Peter Inker (Inker 2000).

1. METODOLOGIA DA PESQUISA SOBRE A TECNOLOGIA DO OURO ARCAICO

No início da história de investigação do ouro atlântico predominavam trabalhos tipológicos e socioculturais, muitas vezes ligados a exposições destas peças (Armstrong 1920; Clarke *et al.* 1985). As noções da arqueometria, introduzidas pelas análises da composição química, apareceram apenas nos anos oitenta no âmbito da pesquisa sobre os metais das Idades do Cobre e do Bronze (Taylor 1980; Hartmann 1982; Chapman *et al.* 2006; Perea *et al.* 2010). Desde os anos noventa que se ampliou o campo de interesses, combinando-se estudos estilísticos, socioculturais e analíticos com estudos tecnológicos o que conduziu a arqueologia do ouro a um domínio de pesquisa interdisciplinar (Armbruster & Guerra 2003).

Com excepção de um catálogo relativo aos artefactos de ouro da Irlanda (Armstrong 1920), as compilações nacionais e regionais só aparecem a partir dos anos oitenta. Referimo-nos, a propósito, aos catálogos exaustivos sobre os ouros pré-históricos da França (Eluère 1982), da Península Ibérica (Perea 1991; Pingel 1992; Armbruster 2000), das Ilhas Britânicas (Armstrong 1920; Taylor 1980; Eogan 1994; Cahill 2002; Needham *et al.* 2006) e da Bélgica (Warmenbol 2004).

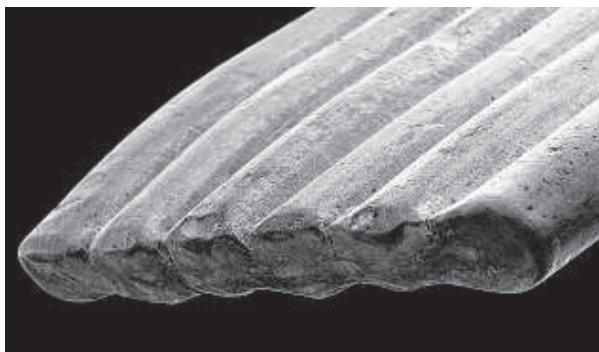
A metodologia aplicada no estudo tecnológico da ourivesaria arcaica é fundamentalmente interdisciplinar (Perea & Armbruster 2008a). A Arqueologia

incide sobre aspectos relacionados com o estilo, a forma, a decoração, a função, o contexto de achado, a simbologia e o valor cultural do artefacto. O estudo óptico, macro e microscópico, permite o exame das marcas das ferramentas usadas no fabrico, assim como o estudo da microtopografia da superfície. As Ciências "duras" implicam a radiografia, as análises de composição elementar e a observação pelo microscópio electrónico de varrimento. Outras disciplinas que não examinam o artefacto original, mas que ajudam na compreensão das técnicas de fabrico, das ferramentas necessárias e do gesto artesanal, são a Iconografia, a Etnologia e a Arqueologia Experimental, ao permitirem analogias funcionais para estabelecer modelos explicativos. Também a História e a Antropologia dão o seu contributo. Através das fontes escritas da Antiguidade e da Idade Média, de manuais e de crónicas etnográficas, em combinação com dados arqueológicos e arqueométricos, pode ser escrita a história da tecnologia. Finalmente, a Antropologia Social e a Arqueologia Conceptual introduziram a importância do contexto nos estudos da ourivesaria.

A observação das marcas de ferramentas é fulcral para a pesquisa sobre os aspectos tecnológicos. A análise comparativa de objectos distintos pode determinar que marcas idênticas são provenientes de uma mesma ferramenta, indicando assim a produção numa mesma oficina e talvez a mão de um ourives. Os cunhos de fabrico são geralmente característicos e indicam, indirectamente, o processo

Figura 1.

A – Bracelete do depósito de Pommerit-le-Viconte, Bretanha.

B – Microestrutura do material de soldadura entre os fios (IRAMAT Orléans).

técnico através do qual a ferramenta foi aplicada. Marcas que foram eliminadas por outras técnicas, como o esmerilar ou polimento, podem ser visíveis pela radiografia. Este método mostra variações de espessuras, marcas de ferramentas escondidas e estruturas no interior de peças ocas não observáveis macroscopicamente. A microscopia electrónica de varrimento permite examinar, para além da estrutura superficial do objecto, a sua composição química. Um exemplo da aplicabilidade do que acabo de dizer é a análise realizada a um bracelete do depósito de Pommerit-le--Viconte, Bretanha (França), que revelou, claramente, a microestrutura do material de soldadura entre os fios (Fig. 1). Neste caso salienta-se, ainda, que a análise da sua composição, por EDX, evidenciou uma soldadura metálica dos fios com uma liga que continha mais prata e cobre do que ouro (Armbruster *et al.* 2011). Esta característica é típica de jóias constituídas por um aro aberto e achatado, combinando vários fios de secção circular.

Estes adornos compósitos são conhecidos nas Ilhas Britânicas e no Noroeste da França desde o Bronze Final (Cowie *et al.* 2011), sendo os resultados desta investigação de capital importância, dado que a soldadura metálica ocorre nesta zona geográfica muito antes do que na Península Ibérica.

A arqueometria tem assim à sua disposição vários métodos de análise de composição elementar, destrutivos e não destrutivos. Destes, os mais utilizados são a fluorescência de raios X, o PIXE (*particle induced x-ray emission*) e o EDX (*energy-dispersive X-ray spectroscopy* (Perea *et al.* 2010*)*. A radiação de sincrotrão e o método LA-ICP-MS (*laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry*) também já começam a ser aplicados nas análises dos ouros arcaicos (Guerra & Calligaro 2004; Chapman *et al.* 2006).

As fontes escritas, como a "*schedula diversarium artium*" do Theophilus Presbyter, do século XII, importa para analogias funcionais (Théophilus 2000).

Diversos processos antigos de fabrico puderam ser compreendidos e reconstituídos a partir das explicações detalhadas dos ourives da Idade Média. A Etnoarqueologia, a Iconografia e as fontes escritas podem por vezes aparecer combinadas. É o que acontece na Crónica de Benzoni, de 1565, onde se pode ver uma imagem de um ourives do Perú fabricando uma vasilha com ferramentas em pedra (Benzoni 1565).

No que se refere à Arqueologia Experimental, esta permite verificar as hipóteses teóricas estabelecidas relativas às técnicas de fabrico. A combinação das experiências práticas com as investigações etnográficas, proporcionaram, por exemplo, resultados eficazes no estudo de adornos constituídos por aros de secção cruciforme, tão característicos do Bronze Médio e Final na fachada Atlântica (Armbruster 1993).

2. NA PROCURA DO OURO E DO CONTROLO DA MATÉRIA--PRIMA

Pela sua raridade na natureza, cor e brilho o ouro fascinou a Humanidade desde sempre. O ouro (Au) é, também, um metal nobre com propriedades físicas e químicas que facilitam a sua transformação e o trabalho do ourives. O artesão deve conhecer bem estas propriedades para poder realizar as suas obras. O ouro tem um peso específico de 19,34 e uma temperatura de fusão bastante alta (1063° C), o que obriga, para ser atingida, à utilização de um forno de carvão provido de fole, em espaço fechado. O trabalho do ouro inscreve-se na pirotecnologia, exigindo o fogo de carvão para a transformação da matéria-prima em lingote e, seguidamente, ao produto final. A capacidade que o ouro detém de se derreter num cadinho, permite a sua transmutação do estado sólido a um estado líquido, no calor do fogo, e solidificação durante o arrefecimento, num molde de fundição. O ouro pode formar ligas com outros metais, em particular com a prata e o cobre. Estes elementos da liga influenciam as características do ouro modificando a sua temperatura de fusão, cor, maleabilidade e dureza. A ductilidade do ouro é uma propriedade que facilita a sua deformação, contrariamente ao endurecimento a frio que impõe um aumento da resistência mecânica. O tratamento térmico de recozimento, ou seja, o aquecimento até ao rubro, permite recristalizar a microestrutura metálica do ouro, devolvendo-lhe a maleabilidade. O ouro obtém-se muito facilmente brilho através do polimento.

Os ourives da Idade do Bronze utilizavam maioritariamente ligas naturais, ou seja, tal como aparecem na natureza. Na Europa atlântica utilizava-se aparentemente o ouro nativo proveniente de depósitos secundários de natureza aluvionar, surgindo deste modo como uma liga natural. A cor destas ligas depende da percentagem da prata e do cobre existentes, facto bem conhecido dos ourives arcaicos. As pedras de toque, conhecidas desde a Idade do Bronze, testemunham o uso do teste cromático para identificar a qualidade do ouro. São exemplos a pedra de toque de Choisy-au-Bac, França, encontrada juntamente com objectos de ouro, e a peça perfurada do Castro de Nossa Senhora da Guia, Baiões, Viseu, Portugal (Eluère 1986; Armbruster 2002-2003). O conhecimento das cores das distintas ligas do ouro dava a possibilidade ao ourives de escolher a composição da liga de ouro, para induzir a cor ao mesmo tempo que mantinha o controlo do metal no que diz respeito à sua qualidade e quantidade. Uma série de pequenos anéis existentes na colecção do Museu Britânico (Londres) são um bom exemplo de uma escolha resultante da composição da liga de ouro para obter um efeito de policromia. Neste caso, os ourives da Idade do Bronze Final usaram uma liga de cor amarela, com alta percentagem de ouro, e uma liga de ouro pálido, o chamado *electrum,* com uma alta

percentagem de prata, para efectuar uma incrustação jogando com o contraste das cores (Meeks *et al.* 2008). As análises efectuadas no Museu Britânico provam que estas ligas de ouro, de cores distintas, eram todas naturais.

Além das pedras de toque, também se utilizavam balanças e pesos para o controlo do metal nobre, peças essas bem conhecidas no espólio arqueológico da Europa atlântica desde o Bronze Final (Pare 2000; Gomez de Soto 2001, p. 121, fig.5 e 1-8). Os pesos de bronze também se encontram patentes em sítios arqueológicos portugueses, nomeadamente em Nossa Senhora da Guia, Baiões, Viseu, no Monte do Trigo, Idanha-a-Nova, e no depósito de Baleizão, Beja (Vilaça 2003; Vilaça 2005). Este tipo de objectos que integram a parafernália existente nas oficinas metalúrgicas aparece representado graficamente em túmulos egípcios a partir de meados do 3º milénio a.C. (Scheel 1989).

3. FERRAMENTAS DE METALURGISTA

A identificação das ferramentas e das suas marcas de trabalho faz-se pela fotografia macro e microscópica, pelo desenho, pela radiografia e pela microscopia electrónica de varrimento. As ferramentas de deformação plástica utilizadas no Calcolítico e no início da Idade do Bronze foram, sobretudo, martelos e bigornas de pedra, como as peças francesas de Belle Île e de Vaucluse (Fig. 2), ou os exemplares da Gruta artificial de São Pedro do Estoril (Brandherm 2000; Armbruster 2010b). Durante a Idade do Bronze aparecem outras ferramentas feitas em ligas de cobre (bronze), como os martelos de alvado, as bigornas, os cinzéis e as punções. O metal substituí a pedra numa fase em que já se dominava a tecnologia da fundição do bronze e quando o acesso às matérias-primas se encontrava facilitado. Estas tinham a vantagem de poderem ser recicladas.

Raramente se encontram ferramentas de metalurgista em pedra, em contextos do Bronze Final, tendo o depósito de utensílios de metalurgista de Génelard, na Borgonha, França, um exemplo de um martelo em pedra associado a um conjunto de ferramentas em bronze (Fig. 3), como martelos de alvado, bigornas, cinzéis e punções. Salientam-se ainda dois outros depósitos de ferramentas de metalurgista, um em Bishopsland, Kildare, Irlanda, e o outro em Fresné-la-Mère, Calvados, França (Thevenot 1998; Marcigny *et al.* 2005, p. 90 nº 73). No que diz respeito à Península Ibérica, escasseiam os vestígios em bronze relativos a oficinas de metalurgistas arcaicas (Armbruster *et al.* 2003), tendo sido recentemente descoberto o primeiro martelo de alvado no depósito espanhol de Las Lunas,Yuncler, Toledo (Urbina Martínez & García Vuelta 2010).

Figura 2.
Peças francesas de Belle Île e de Vaucluse.

Figura 3.
Depósito de utensílios de metalurgista de Génelard, na Borgonha, França.

4. TECNOLOGIA, ESTÉTICA E FUNÇÃO

A tecnologia aplicada à realização de um objecto metálico estará sempre relacionada com a estética, a simbologia e a função desse objecto, escolhendo o ourives a técnica e a ferramenta apropriada para executar a forma de acordo com o seu uso (Armbruster 2011). No entanto, há objectos de prestígio que são problemáticos quanto às suas funções. Por exemplo, o braçal de arqueiro de Culduthel, Iverness, Escócia, produzido em pedra, como a maioria dos braçais de arqueiro característicos do Calcolítico e do Bronze Inicial, é ao mesmo tempo um objecto funcional e de prestígio (Fig. 4a). Tem quatro perfurações e respectivos rebites, em bronze, recobertos por uma fina chapa, em ouro, o que possibilitava a sua fixação num suporte em matéria orgânica. Pelo contrário, o braçal de Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, Portugal (Fig. 4b), é um braçal de arqueiro não funcional, feito em chapa grossa de ouro, com quatro imitações de rebites (Armbruster & Parreira 1993, p.148-151).

Os braceletes cilíndricos em ouro que aparecem na fachada Atlântica desde a Idade do Bronze Antigo perdurem até ao Bronze Final. Estas peças constituem

Figura 4.
A – Braçal-de-arqueiro de Culduthel, Iverness, Escócia.

B – Vila Nova de Cerveira, Viana do Castelo, Portugal.

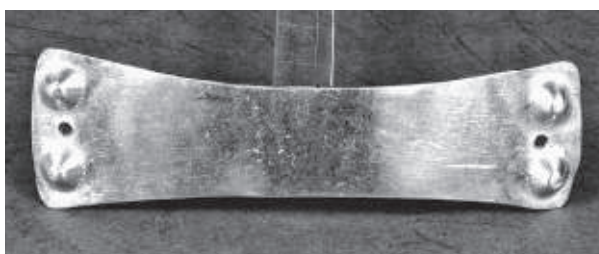



Figura 5.
Braceletes cilíndricos de Lockington, Inglaterra.

um bom exemplo de como uma forma ou uma decoração, morfologicamente próxima, pode ser obtida por técnicas distintas (Armbruster 2010a). Neste grupo de adornos do braço, aparentemente homogéneos à primeira vista, podem distinguir-se exemplares martelados em chapa fina e outros fundidos e com paredes mais grossas. Os dois braceletes martelados de Lockington, Leicestershire, Inglaterra, encontrados num depósito funerário do Bronze Antigo, pertencem aos primeiros exemplares deste grupo (Fig. 5) (Needham 2000). Nos depósitos do Bronze Médio de Arnozela, Fafe, e da "Beira Alta" figuram vários exemplares martelados, morfologicamente comparáveis. Um exemplar de "França" (existente no Museu Britânico) e um do depósito escocês de Heights of Brae, distritos de Ross e Cromarty, são exemplos datados do Bronze que se inserem no grupo de braceletes martelados e cinzelados. Um exemplar martelado e cinzelado datando já da Idade do Ferro da designada "Cultura Castreja", é o bracelete de Lebução, Vila Real, Portugal.

Os braceletes fundidos são mais limitados. Conhece-se um, descontextualizado, em depósito no Museu Nacional de Arqueologia, em Lisboa; um no conjunto da Urdiñeira, Ourense, e outro de Melide, Corunha, todos com morfologia similar aos do primeiro grupo, mas tecnologicamente distintos (Armbruster 2000, pl. 63 e 98), principalmente devido à técnica da fundição da cera perdida aplicada no seu fabrico. Tal possibilitou que tivessem paredes mais grossas e um peso superior aos braceletes em chapa.

Estes braceletes cilíndricos, martelado ou fundidos, são um fenómeno do Bronze atlântico.

Reconhecem-se as diferentes técnicas de fabrico através do estudo da superfície do artefacto e pelo peso da peça, por comparação com o seu volume.

No caso dos braceletes em chapa está-se perante cilíndros ocos e fechados, sem nenhuma marca de junção, cujo fabrico é feito por martelagem e cinzelagem a partir de um lingote anular, comparável ao lingote em forma de anel encontrado em Esposende, Portugal (Armbruster & Parreira 1993, p. 216-219). Seguidamente a peça é cinzelada com punções até se obter a superfície ondulada (Bois 1999). O grupo de braceletes fundidos é produzido a partir de um modelo em cera correspondente à forma desejada, ao qual se juntam os canais de fundição, também em cera, antes de se envolver o todo com argila para obter o molde de fundição. Depois de secar, aquece-se o molde de argila para expelir a cera e, então, verte-se neste último o metal previamente derretido num cadinho. Finalmente, extrai-se o objecto fundido do molde arrefecido destruindo-o. Numa última fase, depois de cortar os canais com ajuda de um cinzel, efectua-se o polimento da superfície rugosa de fundição. Apesar do tratamento dos acabamentos, as peças fundidas acabam sempre por manter vestígios da superfície rugosa.

Os nomeados "*lock-ring*", como são conhecidos nas Ilhas Britânicas e no Noroeste da França, são um outro tipo de caso onde se aplicaram técnicas diferentes para se obter resultados esteticamente similares (Cahill 2002; La Niece & Cartwright 2009). São adornos datados do Bronze Final cuja função não está bem definida. Existem três grupos tecnológicos. Uns são feitos através da junção de fios enrolados, soldados entre si sobre uma tira de chapa martelada, para se obter a forma arredondada e a decoração concêntrica, como nos mostram os fragmentos de Monzie Estate, Perthshire, Escócia (Fig. 6a). Este tipo de fabrico encontra-se bem patente nos trabalhos de filigrana da antiguidade (Formigli 1993). O segundo grupo é fabricado com fios enrolados, em cera, formando uma placa de modelo de cera, e só então fundidos na cera perdida (Fig. 6b). Este processo ainda hoje é utilizado na produção de contas, no Ghana (Garrard 1989, p.138 fig. 139). O terceiro grupo de "*lock-rings*" é fabricado a partir de chapas marteladas, por vezes com decoração cinzelada, imitando fios em relevo.

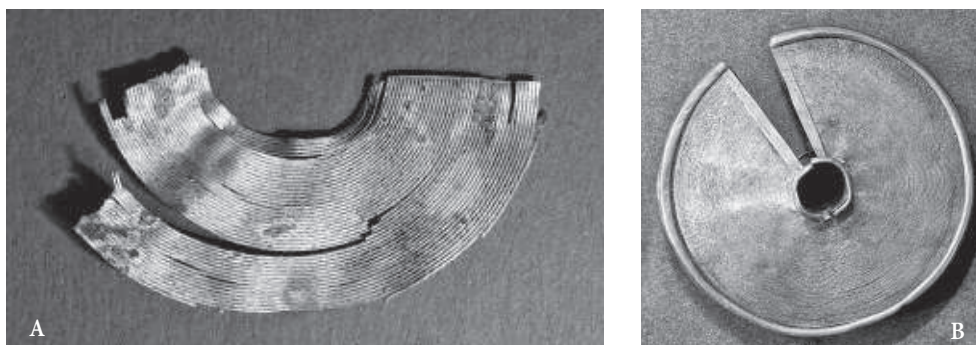



Figura 6.
A – Fragmentos de um "lock-ring" de Monzie Estate, Perthshire, Escócia, composto por fios enrolados (NMS J. Tate).
B – "Lock-ring" proveniente da Irlanda e depositado no Museu nacional da Escócia, Edimburgo.

5. A PROCURA DA FUNÇÃO E DO MODO DE USO

Na ourivesaria atlântica há vários tipos de objecto cuja função permanece incerta ou desconhecida. Na sua maioria são peças características do Bronze Final das Ilhas Britânicas e do Noroeste de França. São os "*hair-rings*" e "*lock-rings*", os *"dress fasteners" e "sleeve fasteners"*, as caixinhas e bobines, e os "*gorgets*" (Waddell 2000; Cahill 2002; Cahill 2004).

Os "*hair-rings*" são pequenas argolas abertas, os "*lock-rings*" representam peças bi-cónicas ocas, e os *"dress fasteners"* e os *"sleeve fasteners"* são objectos maciços, em forma de aro aberto com terminais largos, para os quais se propõe que sejam fechos de vestidos, apesar de existirem exemplares que pesam mais de 1 kg.

As caixinhas e bobines são corpos ocos de chapa e, finalmente, os "*gorgets*" são adornos grandes, em chapa, provavelmente destinados ao pescoço ou ao peito.

A maioria dos "*hair-rings*" do Bronze Final é produzida a partir de uma vara maciça em bronze recoberta por uma chapa de ouro (Fig. 7) (Eogan 1997). Mais raras são as argolas em ouro maciço, de secção circular ou de vara torcida de secção quadrada, como as que ocorrem no depósito de Lanrivoiré, Finistère, França (Eogan 1967). Numa fase inicial, determinou-se que o uso destes pequenos anéis seria destinado a adorno da cabeça, porque eram unicamente conhecidos em lotes de várias peças e em contexto de depósito, como sucede na gruta escocesa de Sculptur's Cave, Moray (Fig. 7). Porém, durante as escavações da necrópole do Bronze Final de Changis, Vale de Marne, França, encontrou-se em vários sepulcros apenas um pequeno anel aberto (Billand & Talon 2007). Desde então, os "*hair-rings*" têm sido interpretados como adorno para o nariz.

A Etnografia, neste caso, pode constituir uma ajuda preciosa para a sua interpretação dada a multifuncionalidade de jóias, em forma de argola, bem documentada na África Ocidental. Aqui, as mulheres da etnia dos Fulbe transportam pequenas argolas abertas, em ouro, como adornos da orelha, do nariz e do cabelo (Fig. 8) (Armbruster 1993). Tradicionalmente, no Mali, estes tipos de jóias são portadores de uma linguagem codificada, funcionando como símbolos. Por exemplo, a combinação de argolas de ouro, como brincos, anéis do nariz e enfeites da cabeça, aumentada com bolas de âmbar e moedas de prata no cabelo, para além da tatuagem no rosto, dá informações precisas sobre o *status* social e a origem cultural da pessoa.

As supracitadas caixinhas e bobines, específicas da Irlanda e consideradas tradicionalmente como sendo pequenos recipientes, têm sido recentemente interpretadas como adornos de orelhas, com base nos conjuntos de Ballinclemsig, Kerry, e de Ballinsesker, Wexford (Cahill 2001). Também neste caso a Etnografia pode ser um meio de informação útil para o seu entendimento. Alargadores cilíndricos, ocos ou maciços, estão bem documentados, não só pelos exemplos africanos em barro cozido ou em osso, mas também, pelos brincos cilíndricos e ocos representados nas estátuas históricas, em bronze, de divindades indianas (Falgayettes-Leveau 2004, p. 280).

A nova moda do *piercing* mostra-nos, também, que argolas do nariz e brincos cilíndricos na orelha podem ser um símbolo de identidade de determinados grupos actuais na Europa.

Figura 8.
Mulher de etnia Fulbe com argola do nariz.

Figura 7.
"Hair-rings" da Sculptur's Cave, Moray, Escócia.

6. PRODUÇÕES SUPRA-REGIONAIS DOS INÍCIOS DA METALURGIA DO OURO

O desenvolvimento da produção do ouro na Europa atlântica vai do simples para o complexo quer ao nível da morfologia quer da tecnologia. As primeiras peças de ourivesaria são jóias pequenas, feitas em chapa ou através de fios espiralados, obtidos por deformação plástica a partir de um lingote fundido, assim como contas realizadas através da fundição. As jóias realizadas em chapas finas de ouro surgem, inicialmente, com formas bidimensionais. Referimo-nos a placas decorativas, pendentes de forma ovalada ou em forma de cesto, apliques discoidais e lúnulas. Nesta fase inicial, estas formas e decorações distribuem-se, geograficamente, desde as ilhas Britânicas à fachada atlântica do continente e desde a França até Portugal. Os diademas em chapa lisa e as gargantilhas em chapa com a decoração de tiras cortadas são também exemplos de formas e tecnologias comuns numa extensa área geográfica desde a Península Ibérica à França, durante o fenómeno campaniforme e a Idade do Bronze Antigo (Armbruster *et al.* 2004). Como exemplos salientamos as peças de Cícere, Espanha, de Vale dos Moinhos, Portugal e de Rondossec, França (Fig. 9).

As formas das lúnulas e dos apliques discoidais parecem traduzir uma linguagem codificada de carácter supra-regional. Provavelmente simbolizarão um culto solar ou lunar existente na Idade do Bronze Antigo (Fig. 10), reflectindo um fundo cultural comum na Europa atlântica deste período. Raramente se conhece a associação destes dois tipos de peças, como parece ter ocorrido em Cabeceiras de Basto, Portugal (Fig.10), e como ocorreu em Strokestown, Co. Roscommon, Irlanda (Armbruster & Parreira 1993, p. 56-59, 166, 167; Kelly & Cahill 2010).

Durante a Idade do Bronze Antigo, o conceito da tridimensionalidade entra no trabalho da chapa, mas só em termos regionais. Peças tridimensionais aparecem, pela

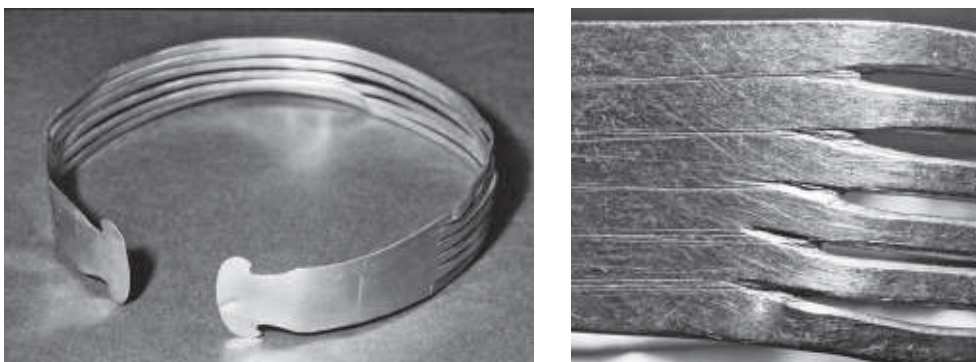



Figura 9.
Gargantilha do conjunto de Cícere, Espanha.

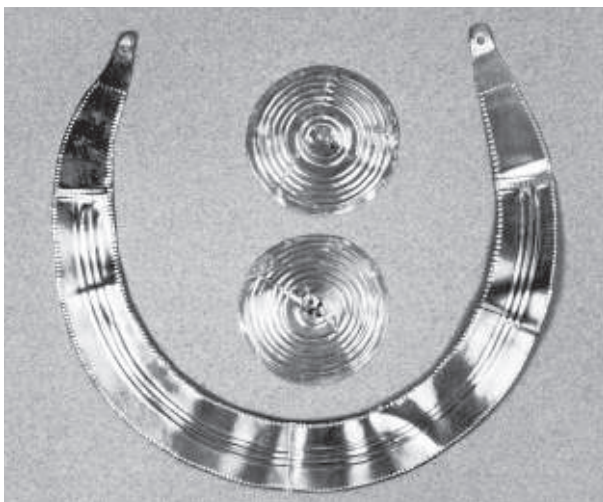



Figura 10.
Lúnula e discos de Cabeceiras de Basto, Braga, Portugal.

primeira vez, na Grã-Bretanha e no Noroeste da França, nas "culturas" de Wessex e de Armórica. Aí martelam-se e configuram-se as primeiras vasilhas em forma de copo com asa, os primeiros braceletes cilíndricos, fechados, e obras excepcionais, como a capa de "Mold", encontrada no País de Gales (Needham 2000). As vasilhas de ouro de Ringlemere, Kent, e de Rillaton, Cornwall, Grã-Bretanha, são testemunhos da arte da martelagem de corpos ocos e da existência de uma decoração complexa no Bronze Antigo (Needham *et al.* 2006). O conceito tridimensional manifestar-se-á mais tarde na Península Ibérica, no Bronze Final, momento em que aparecem as primeiras vasilhas em ouro, no território actualmente espanhol.

7. O CASO DOS ADORNOS EM FORMA DE ARO – UM FENÓMENO ATLÂNTICO DO BRONZE MÉDIO E FINAL

Um grupo de adornos em forma de aros abertos, incluindo grandes *torques* e pequenos pendentes ou brincos, são um outro fenómeno supra regional de toda a fachada atlântica (Eogan 1967; Delibes de Castro & Elorza y Belen Castillo 1995). Os *torques* são elaborados a partir de uma vara maciça com extremidades cónicas em forma de gancho, existindo várias secções de vara: secção circular, como nos fragmentos dos *torques* do depósito de Bodonal de la Sierra, Badajoz, Espanha; secção quadrada, como no *torques* e nas argolas do depósito de Carcassonne, Aude, França; secção cruciforme, como nos pequenos brincos do County Meath e nos grandes *torques* irlandeses de Tara ou dos depósitos ingleses de Crow Down hoard, Lambourn, West Berkshire, e de Burton, Wrexham, Grande Bretanha (Eogan 1967; Gwilt *et al.* 2004; Varndell *et al.* 2007). Os exemplares de secção quadrada e

cruciforme têm a vara torcida, sendo estes últimos bem característicos das Ilhas Britânicas e do Noroeste da França. O achado de um conjunto de dois *torques* de ouro deste tipo encontrado nas águas da "La Manche", entre a costa sul da Inglaterra e a costa norte da França, demonstra exemplarmente as relações marítimas entre as Ilhas Britânicas e o continente (Marcigny *et al.* 2005).

As técnicas de fabrico destes aros torcidos do Bronze Final da Europa Ocidental encontram-se comprovadas quer por estudos quer por paralelos etnoarqueológicos com peças existentes na África Ocidental. A cadeia operatória do processo de fabrico de um aro de secção cruciforme torcido é complexa e implica várias acções: fundição de um lingote; martelagem das arestas; martelagem das lamelas; torcer e rectificar as lamelas torcidas e forjamento das extremidades para obter o sistema de suspensão (Armbruster 1993).

8. O CASO DE UM OBJECTO EXTRAORDINÁRIO DE FUNÇÃO DESCONHECIDA

Queremos destacar aqui um objecto extraordinário relacionado com o grupo das jóias atlânticas em forma de aro, com secção cruciforme, embora com certas particularidades. Este exemplar nem é brinco nem *torques*, mas uma jóia de tamanho e peso excepcionais, cuja função é desconhecida. Faz parte do conjunto de jóias em ouro de Guînes, Pas-de-Calais, França, encontrando-se associada a quatro jóias maciças, incluído três *torques* decorados e um bracelete liso (Armbruster & Louboutin 2004) (Fig. 11). É constituída por vários elementos. Pesa 2510 g (é a obra de ourivesaria mais pesada da Idade do Bronze atlântico). Apresenta uma tecnologia de fabrico avançada, já que é composta por três aros torcidos de secção cruciforme, fechados, e juntos entre si por longos rebites. Sobre o aro do meio estão fixados dois elementos cónicos dobrados, lembrando morfologicamente os

Figura 11.
Conjunto de jóias em ouro de Guînes, Pas-de-Calais, França.

terminais dos *torques* com fecho em gancho. Para além do complexo processo de fabrico dos vários elementos, só na junção das várias peças registaram-se três técnicas: a soldadura; o embutido e a rebitagem. Esta jóia enigmática de Guînes, Pas-de-Calais, data, pelos seus aspectos tecnológicos e a sua forma composta, da fase de transição entre o Bronze Final e a Idade do Ferro Inicial. Contudo os *torques* e o bracelete maciços, associados à jóia supramencionada, parecem ser mais antigos, datando do Bronze Médio. De facto, as jóias maciças em forma de aro aberto com decoração cinzelada, como os exemplares do conjunto de Guînes, ocorrem desde do Bronze Médio na França e nas Ilhas Britânicas, tipificando-se comparativamente nos conjuntos com *torques* e braceletes de ouro de Ballinghem, Pas-de-Calais, França, de Milton Keynes, Buckinghamshire, Grã-Bretanha e de Downpatrick, Irlanda do Norte (Armbruster & Louboutin 2004). Na Península Ibérica, este tipo de adorno pesado e maciço só aparece no Bronze Final, definindo-se como *torques* e braceletes do tipo Sagrajas/Berzocana. Estes últimos distinguem-se dos franceses e dos das Ilhas Britânicas pela decoração geométrica e pela secção circular que lhes é característica.

9. O CASO DA OURIVESARIA DA IDADE DO BRONZE FINAL NA PENÍNSULA IBÉRICA

A ourivesaria da Idade do Bronze Final na Península Ibérica apresenta produções e desenvolvimentos com características desconhecidos noutras partes da Europa atlântica. Assenta em duas tradições atlânticas de jóias particularmente pesadas e maciças: os *torques* e braceletes de varas de secção circular, de tipo Sagrajas/Berzocana, e os braceletes cilíndricos de tipo Villena/Estremoz, realizados com instrumentos rotativos (Perea & Armbruster 2008b).

O primeiro tipo encontra-se bem exemplificado em dois depósitos espanhóis: o de Berzocana, Cáceres, com dois *torques* de 950 g e de 750 g, e o de Sagrajas, Badajoz, com um *torques* duplo de 2004 g. O *torques* de tipo Sagrajas/Berzocana é caracterizado por ter um aro maciço aberto, de secção circular e por apresentar uma decoração geométrica (Almagro-Gorbea 1974; Armbruster & Perea 2007). Alguns deles poderão ter um sistema de fecho (Fig. 12).

O segundo tipo tem a designação proveniente do depósito espanhol de Villena, Alicante (com objectos em ouro num total de 9116 g), e do bracelete português de Estremoz, com 978 g. Este género de adornos está caracterizado pela sua forma cilíndrica, por uma decoração complexa, com molduras, sulcos e séries de pontas, e pela tecnologia da cera perdida combinada com a aplicação do torno, no fabrico do modelo de cera (Armbruster 2004b) (Fig. 13).

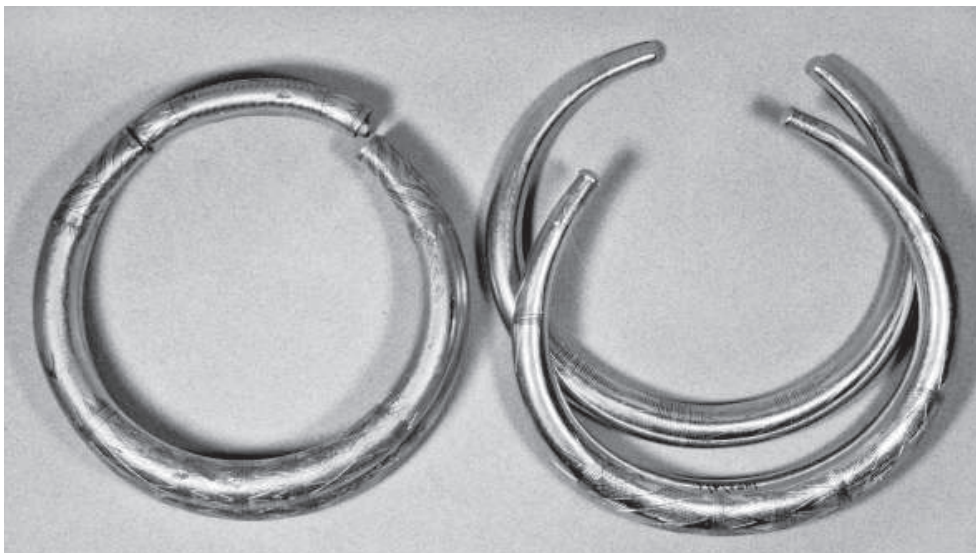



Figura 12.
Torques tipo Sagrajas/Berzocana.

Figura 13.
Bracelete cilíndrico tipo Villena/ Estremoz.

Figura 14.
Bracelete da Cantonha, Guimarães, Braga.

No fim do Bronze Final surgem inovações indígenas constituídas por uma combinação de elementos dos dois tipos para obter objectos compostos, dando início a uma fase de hibridismo na ourivesaria. Os elementos dos dois tipos estão unidos pela técnica da fundição adicional, que consiste em verter metal derretido sobre o ponto de junção de duas ou várias peças metálicas. A liga de ouro das peças e a composição do metal vertido não diferem. Esta técnica era conhecida durante o Bronze Final, encontrando-se patente no bracelete de Cantonha, Guimarães, Braga, composto por um fragmento de tipo Villena/ Estremoz, no meio, e por dois braceletes do tipo Sagrajas/Berzocana e de fios torcidos nas extremidades (Armbruster & Parreira 1993, p. 140-143) (Fig. 14). Outro exemplo de inovação indígena é o triplo *torques* de Sintra, Portugal. Este é constituído por um fragmento de tipo Villena/Estremoz que, neste caso, forma o fecho, e três *torques* do tipo Sagrajas/Berzocana. Salienta-se ainda que

o *torques* do meio está decorado com quatro elementos que apresentam motivos concêntricos, fundidos a cera perdida combinada com o uso do torno, e fixados por rebitagem (Armbruster 2004b, p. 61-62).

A produção de ourivesaria, na fase seguinte, vai sofrer mudanças tecnológicas e morfológicas resultantes da introdução da tecnologia "mediterrânea" da soldadura e de elementos estilísticos orientalizantes. A soldadura permite, não só, juntar várias peças para construir uma jóia, mas também aplicar as técnicas de decoração do granulado e da filigrana. A soldadura utilizada neste período compreendido entre o Bronze Final e a transição para a Idade do Ferro Inicial era uma soldadura metálica, com uma liga de ouro constituída por mais prata ou cobre, baixando por isso o ponto de fusão em relação às partes metálicas a juntar.

Um exemplo das influências exógenas mediterrâneas, utilizando pela primeira vez a soldadura e o granulado na Península Ibérica, é o conjunto de braceletes de Torre Vã, Beja, Portugal (Armbruster & Parreira 1993, p. 144-147). Estas jóias ainda têm elementos de tradição atlântica, muito idênticos aos do triplo *torques* de Sintra, com motivos concêntricos. Simultaneamente, já apresentam um granulado muito grosso, soldado, pelo que se poderão considerar como objectos híbridos dos pontos de vista morfológico e tecnológico. Outro exemplo deste hibridismo é o conjunto de Álamo, Beja, Portugal (Armbruster & Parreira 1993, p. 74-83). Neste caso a soldadura é aplicada no fabrico de um *torques* triplo com fecho, de morfologia atlântica, aparentemente do tipo Sagrajas/Berzocana. A forma, o fecho e a decoração correspondem a uma tradição atlântica, enquanto a tecnologia é procedente de uma tradição mediterrânica (Fig. 15). O fabrico de tubos ocos, através de chapas soldadas, e decorados com filigrana permite uma utilização económica do metal nobre, resultando assim numa nova tecnologia ao serviço de uma tipologia antiga.

Estes casos evidenciam um contacto directo de artífices e uma transmissão de conhecimentos tecnológicos. Uma interacção entre artesões está bem patente nos "candelabros" do conjunto de Lebija, Sevilla, Espanha (Perea *et al.* 2003), em que é manifesta a transferência directa de conhecimentos técnicos entre artesões. Quando não existe o contacto directo, começam a surgir as imitações.

No fim deste processo de grandes mudanças, revela-se uma ruptura completa com as tradições indígenas atlânticas e a adopção das regras de produção exógenas. A integração das influências mediterrâneas durante os períodos orientalizante e ibérico leva à criação de uma nova identidade na Península Ibérica nos inícios da Idade do Ferro. Os resultados da interacção do mundo indígena e dos colonos fenícios encontram-se expressos no conjunto da Aliseda, Cáceres (Perea 1991, p. 195-197). Na fase seguinte, a ourivesaria ibérica muda de orientação e integra-se no mundo mediterrâneo da segunda metade do 1º milénio a.C.. O granulado e a

Figura 15.
Álamo, Beja, Portugal.

filigrana representadas pelos diademas de extremidades triangulares testemunham o fim da ourivesaria atlântica (Perea 1991, p. 215-271).

Em suma, a ourivesaria da Idade do Bronze Final peninsular manteve uma tradição e uma identidade atlântica, influenciada, posteriormente, por tradições mediterrâneas durante a fase de transição entre a Idade do Bronze e a Idade do Ferro. Na Idade do Ferro instala-se uma tradição mediterrânea que se reflecte nos adornos das "culturas" tartéssica e ibéricas. Quanto à ourivesaria da designada "Cultura Castreja no Noroeste", o seu desenvolvimento apresenta contornos muito próprios integrando elementos mediterrânicos e atlânticos.

10. NOTAS FINAIS

Neste pequeno artigo apenas foi possível abordar alguns assuntos relacionados com a ourivesaria arcaica da Europa atlântica, cujas principais linhas gerais procuraremos sintetizar:

– o desenvolvimento do simples para o complexo das formas e técnicas verificada na ourivesaria dos inícios da Idade do Bronze demonstra a existência

de circuitos transregionais em toda a fachada atlântica ocidental durante este período;

– a diversificação regional da Irlanda e da Península Ibérica inicia-se no Bronze Médio e potencia-se, no Bronze Final, embora se mantenham intercâmbios e contactos supra-regionais entre algumas áreas, como a Irlanda, a Grã-Bretanha, o Noroeste da França e a Bélgica;
– os achados de instrumentos e vestígios de oficinas de ourivesaria arcaica são, de uma forma geral escassos, mas podemos ter uma imagem das oficinas, dos equipamentos e das técnicas através dos achados arqueológicos mais representativos. A raridade de ferramentas em bronze na Península Ibérica é surpreendente por comparação com os achados de ferramentas de metalurgistas na França e nas Ilhas Britânicas;
– observa-se, desde o início da metalurgia do ouro, uma especialização dos artesões, produzindo objectos de alto nível quer em termos artísticos quer tecnológicos;
– no início da Idade do Ferro a ourivesaria quase desaparece nas Ilhas Britânicas e na França atlântica, contrariamente ao que sucede na Península Ibérica, onde se verifica uma expansão e estandardização da produção áurea. As influências orientalizantes introduzem-se e instalam-se com a chegada de comerciantes e colonizadores vindos do Mediterrâneo oriental.

REFERÊNCIAS

ALMAGRO-GORBEA, M. (1974). Los tesoros de Sagrajas y Berzocana y los *torques* macizos del occidente peninsular. *III. Congresso Nacional de Arqueologia.* Porto.

ARMBRUSTER, B. R. (1993). Etnoarqueologia aplicada a la metalurgia del oro: el caso de Europa Atlántica y Africa Occidental. *Trabajos de Prehistoria.* 50. 113-126.

ARMBRUSTER, B. R. (2000). *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel.* Montagnac: Edition Monique Mergoil.

ARMBRUSTER, B. R. (2002-2003). A metalurgia da Idade do Bronze Final Atlântico do Castro Nossa Senhora da Guia de Baiões (Viseu, Portugal). *Estudos Pré-Historicos.* 10-11. 145-155.

ARMBRUSTER, B. R. (2004a). Die bronzezeitliche Goldschale von Zürich-Altstetten und die Edelmetallgefäße aus dem Schatz von Villena. Neue Erkenntnisse zur Herkunft und Datierung. *Helvetia Archaeologica*. 140. 119-151.

ARMBRUSTER, B. R. (2004b). Le tournage dans l'orfèvrerie de l'âge du Bronze et du premier Age du Fer en Europe Atlantique. In FEUGÈRE, M. & GÉROLD, J.-C. (eds.). *Le tournage des origines à l'an mil. Actes du Colloque de Niederbronn, Octobre 2003.* Montagnac.

ARMBRUSTER, B. R. (2010a). Der Schatzfund von Arnozela, Distr. Braga, Portugal, und die zylindrischen Goldarmringe der Bronzezeit. In ARMBRÜSTER, T. & HEGEWISCH, M. (eds.). *Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte der Iberischen Halbinsel und Mitteleuropas. On Pre- and Earlier History of Iberia and Central Europe. Studien in honorem Philine Kalb.* Bonn: Habelt-Verlag.

ARMBRUSTER, B. R. (2010b). Lithic technology for Bronze Age metal working. In ERIKSEN, B. (ed.). *Lithic technology in metal using societies. Proceedings of a UISPP Workshop, Lisbon, September 2006.* Aarhus, Jutland Archaeological Society Publications 67. Aarhus University Press.

ARMBRUSTER, B. R. (2011). Gold in der Bronzezeit: technologie, asthetik und funktion. In DIETZ, U.L. & JOCKENHÖVEL, A. (eds.). *Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung. Beiträge zum internationalen Kolloquium am 9. und 10. Oktober 2008 in Münster.* Münster.

ARMBRUSTER, B. R.; BELLO, J. M.; COMENDADOR, B. & PEREA, A. (2004). Relaciones atlánticas en los inicios de la metalurgia. La gargantilla de tiras de Cícere y el conjunto de laminas áureas de Cícere (Santa Comba, A Coruña). In PEREA, A.; MONTERO, I. & GARCÍA VUELTA, Ó. (eds.). *Tecnología del oro antiguo: Europa y América. Ancient gold technology: America and Europe.* Madrid.

ARMBRUSTER, B. R.; COMENDADOR REY, B.; PEREA CAVEDA, A. & PERNOT, M. (2003). Tools and tool marks. Gold and bronze metallurgy in Western Europe during the Bronze and Early Iron Ages. *Proccedings of the International Conference "Archaeometallurgy in Europe", Milano 24-26 September 2003.* Milano.

ARMBRUSTER, B. R. ; FILY, M. ; BLET-LEMARQUAND, M. ; GRATUZE, B. & MÉNEZ, Y. (2011). L'ensemble de bracelets en or de Pommerit-Le-Vicomte: une découverte récente dans les Côtes d'Armor en Bretagne. *Bulletin de l'APRAB*. 8. 51-55.

ARMBRUSTER, B. R. & GUERRA, M. F. (2003). L'or archéologique, une approche interdisciplinaire. *Techné.* 18. 57-62.

ARMBRUSTER, B. R. & LOUBOUTIN, C. (2004). Parures en or de l'Âge du Bronze de Balinghem et Guînes (Pas-de-Calais): les aspects technologiques. *Antiquités Nationales*. 36. 133-146.

ARMBRUSTER, B. R. & PARREIRA, R. (1993). *Colecção de ourivesaria 1. Do Calcolítico à Idade do Bronze.* Lisboa: Instituto Português de Museus.

ARMBRUSTER, B. R. & PEREA, A. (2007). Change and persistance. The Mediterranean contribution on Atlantic metalwork in Late Bronze Age Iberia. In BURGESS, C.; TOPPING, P. & LYNCH, F. (eds.). *Beyond Stonehenge: Essays on the Bronze Age in Honour of Colin Burgess.* Oxford: Oxbow Books.

ARMSTRONG, E. C. R. (1920). *Guide to the collections of Irish Antiquities: Catalogue of Irish goldornaments in the Collection of the Royal Irish Academy.* Dublin.

BENZONI, G. (1565). *La historia del nuevo mundo*. Venise.

BILLAND, G. & TALON, M. (2007). Apport du Bronze Age Studies Group au vieillissement des "hair-rings" dans le Nord de la France. In BURGESS, C.; TOPPING, P. & LYNCH, F. (eds.). *Beyond Stonehenge: Essays on the Bronze Age in Honour of Colin Burgess.* Oxford: Oxbow Books.

BOIS, G.D. (1999). *La ciselure et ses techniques.* Paris: Edition H. Vial.

BRANDHERM, D. (2000). Yunques, martillos y lo demás – herramientas líticas en la producción metalúrgica de las edades del cobre y del bronce. In JORGE, V. O. (ed.). *Actas del 3º Congresso de Arqueologia Peninsular. Vila Real, Setembro de 1999.* Porto: ADECAP.

CAHILL, M. (2001). Unspoiling the mystery. *Archaeology Ireland.* 15. 8-15.

CAHILL, M. (2002). Before the celts. Treasures in gold and bronze. In WALLACE, P. F. & FLOINN, R. O. (eds.). *Treasures of the National Museum of Ireland. Irish Antiquities.* Dublin: Gill and Macmillan.

CAHILL, M. (2004). Finding function in the Irish Late Bronze Age. In PEREA, A.; MONTERO, I. & GARCÍA VUELTA, Ó. (eds.). *Tecnología del oro antiguo: Europa y América. Ancient gold technology: America and Europe.* Madrid.

CHAPMAN, R.; LEAKE, R.; WARNER, R.; CAHILL, M.; MOLES, N.; SHELL, C. & TAYLOR, J. (2006). Microchemical characterisation of natural gold and artefact gold as a tool for provenancing prehistoric gold artefacts: a case study in Ireland. *Applied Geochemistry.* 21. 904-918.

CLARKE, D. V.; COWIE, T. G. & FOXON, A. (1985). *Symbols of power at the time of Stonehenge.* Edinburgh.

COWIE, T.; ARMBRUSTER, B. R. & KIRK, S. (2011). A Middle Bronze Age gold ring from near Falkland, Fife. *Tayside and Fife Archaeological Journal.* 17. 19-24.

DELIBES DE CASTRO, G. & ELORZA Y BELEN CASTILLO, J. C. (1995). La dota de una princesa Irlandesa? A propósito de un *torques* áureo de la Edad de Bronce hallado en Castrojeriz (Burgos). *Homenaje al Prof. Juan José Martin Gonzalez. Universidad de Valladolid 1995.* Madrid.

ELUÈRE, C. (1982). *Les ors préhistoriques.* Paris.

ELUÈRE, C. (1986). A prehistoric touchstone from France. *Gold Bulletin.* 19. 58-61.

EOGAN, G. (1967). The associated finds of gold bar torcs. *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland.* 97(1). 129-175.

EOGAN, G. (1994). *The accomplished art. Gold and gold-working in Britain and Ireland during the Bronze Age (c. 2300-650 BC).* Oxford.

EOGAN, G. (1997). "Hair-rings" and European Late Bronze Age Society. *Antiquity.* 72.

FALGAYETTES-LEVEAU, C. (ed.) (2004). *Signes du corps.* Paris.

FORMIGLI, E. (1993). Sulla tecnia di costrucione dei fili d'oro nell'oreficeria etrusca. In ELUÈRE, C. (ed.) *Symposium «Outils et ateliers d'orfèvre des temps anciens». Saint-Germain-en-Laye 1991. Antiquités Nationales, mémoire.* Saint-Germain-en-Laye.

GARRARD, T. (1989). *Afrikanisches Gold.* München.

GOMEZ DE SOTO, J. (2001). Un nouveau locus du Bronze final au Bois du Roc à Vilhonneur (Charente): le réseau de la Cave Chaude. *Bulletin de la Societé Préhistorique Française.* 98. 115-122.

GUERRA, M. F. & CALLIGARO, T. (2004). Gold traces to trace the gold. *Journal of Archaeological Science.* 31. 1199-1208.

GWILT, A.; LODWICK, M. & DAVIS, M. (2004). Burton, Wrexham: Middle Bronze Age hoard of gold objects and bronze tools with a pot. *Treasure Annual Report. Department for Culture, Media and Sports. Cultural Property Unit.* London.

HARTMANN, A. (1982). *Prähistorische Goldfunde aus Europa II. Spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung.* Berlin.

INKER, P. (2000). Technology as active material culture: the Quoit-brooch style. *Medieval Archaeology.* 44. 25-52.

KELLY, E. P. & CAHILL, M. (2010). Safe secrets 1 – an early Bronze Age detective story from County Roscommon. *Archaeology Ireland*. 5-6.

LA NIECE, S. & CARTWRIGHT, C. (2009). Bronze Age gold lock-rings with cores of wax and wood. In KIENLIN, T.L. & ROBERTS, B. (eds.). *Metals and societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway.* Bonn: Hablet.

MARCIGNY, C.; COLONNA, C.; GHESQUIÈRE, E. & VERRON, G. (eds.) (2005). *La Normandie à l'Aube de l'histoire. Les découvertes archéologiques de l'Âge du Bronze 2300-800 av. J.C..* Rouen.

MEEKS, N.; CRADDOCK, P. & NEEDHAM, S. (2008). Bronze Age penannular gold rings from the British Isles: technology and composition. *Jewellery Studies.* 11. 13-30.

MONTERO RUIZ, I. (ed.) (2010). *Manual de arqueometalurgia.* Madrid.

NEEDHAM, S. (2000). The development of embossed goldwork in Bronze Age Europe. *The Antiquaries Journal.* 80. 27-65.

NEEDHAM, S.; PARFITT, K. & VARNDELL, G. (eds.) (2006). *The Ringlemere cup. Precious cups and the beginning of the Chanel Bronze Age.* London.

PARE, C. (2000). *Metals make the world go round. The supply and circulation of metals in Bronze Age Europe.* Oxford.

PEREA, A. (1991). *Orfebrería prerromana. Arqueología del oro.* Madrid.

PEREA, A. & ARMBRUSTER, B. R. (1998). Cambio tecnológico y contacto entre Atlántico y Mediterráneo: el depósito de "El Carambolo", Sevilla. *Trabajos de Prehistoria.* 55(1). 121-138.

PEREA, A. & ARMBRUSTER, B. R. (2008a). L'archéologie de l'or en Europe. *Perspectives.* 1. 29-48.

PEREA, A. & ARMBRUSTER, B. R. (2008b). Tradición, cambio y ruptura generacional. La producción orfebre de la fachada atlántica durante la transición bronce-hierro de la peninsula Ibérica. In CELESTINO PÉREZ, S.; RAFEL, N. & ARMADA, X.-L. (eds.). *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ane). La precolonisación a debate.* Barcelona.

PEREA, A.; ARMBRUSTER, B. R.; DEMORTIER, G. & MONTERO, I. (2003). Tecnología atlántica para dioses mediterráneos. Los "candelabros" de oro tipo Lebrija. *Trabajos de Prehistoria.* 60(1). 99-114.

PEREA, A.; GARCÍA VUELTA, Ó. & FERNÁNDEZ FREIRE, C. (2010). *El proyecto Au: estudio arqueométrico de la producción de oro en la Península Ibérica.* Madrid.

PINGEL, V. (1992). *Die vorgeschichtlichen Goldfunde der Iberischen Halbinsel. Eine archäologische Untersuchung zur Auswertung der Spektralanalysen.* Berlin.

RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (1998). *La Europa Atlántica en la Edad del Bronce. Un viaje a las raices de la Europa occidental.* Barcelona: Critica.

SCHEEL, B. (1989). *Egyptian metalworking and tools.* Aylesbury.

TAYLOR, J. J. (1980). *Bronze Age goldwork of the British Isles.* Cambridge.

THÉOPHILUS (2000) *Théophilus moine artisan du XIIème siècle. Essai sur divers arts. Recette pratique de l'enluminure, l'orfèvrerie, l'ivoire, le vitrail, la fresque, et autres divers arts.* Clermont-Ferrand: Paleo.

THEVENOT, J. P. (1998). Un outillage de bronzier: le dépôt de la Petite Laugère, à Génelard (Saône-et--Loire, F). In MORDANT, C.; PERNOT, M. & RYCHNER, V. (eds.). *L'atelier du bronzier en Europe du XXe au VIII siècle avant notre ère. Actes du Colloque International «Bronze '96, Neuchâtel et Dijon, 1996. Tome II session Dijon. Du minerai au métal du métal à l'objet.* Paris.

URBINA MARTÍNEZ, D. & GARCÍA VUELTA, Ó. (2010). Las Lunas, Yuncler (Toledo). Un depósito de materiales metálicos del Bronce Final en la Submeseta Sur de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria.* 67. 175-196.

VARNDELL, G.; COE, D. & HEY, G. (2007). The Crow Down hoard, Lambourn, West Berkshire. *Oxford Journal of Archaeology.* 26. 275-301.

VILAÇA, R. (2003). Acerca da existência de ponderais em contextos do Bronze Final / Ferro Inicial no território português. *O Arqueólogo Português.* Série IV. 245-288.

VILAÇA, R. (2005). The treasure of Baleizão, Beja (Alentejo, Portugal). *Journal of Iberian Archaeology.* 7. 177-184.

WADDELL, J. (2000). *The prehistoric archaeology of Ireland.* Dublin.

WARMENBOL, E. (2004). Bronze Age gold from Han-sur-Lesse (Prov. Namur, Belgium). Another drop of sun. In PEREA, A.; MONTERO, I. & GARCÍA VUELTA, Ó. (eds.). *Tecnología del oro antiguo: Europa y América. Ancient gold technology: America and Europe.* Madrid.

Resumo: A ourivesaria é tema de grande interesse na arqueologia da Idade do Bronze da Europa atlântica, já que a matéria-prima, abundante, nesta região foi transformada desde cedo em objectos de prestígio ou de luxo. A Europa atlântica corresponde a uma vasta área geográfica, desde o Sul de Portugal até ao Norte da Escócia, onde se produziu um conjunto imponente de peças em ouro de grande qualidade.

O estudo tecnológico da ourivesaria pré-histórica, que se entende como "cultura material activa", abrange diversas áreas do saber sendo, por isso, de grande interdisciplinaridade. Na sua investigação são utilizados métodos da arqueometalurgia, essenciais para a compreensão do material, concepção e produção dos objectos; da arqueologia experimental; da etnoarqueologia e fontes históricas, como as ilustrações antigas, por exemplo.

Os principais assuntos abordados neste trabalho foram a sequência operacional das técnicas de fabrico e a panóplia instrumental utilizada na produção dos artefactos em ouro. Estes estudos revelaram que, desde os seus primórdios, no 3º milénio a.C., até á Idade do Ferro, no 1º milénio a.C., a tecnologia e a tipologia do ouro na Europa atlântica não evoluíram de forma homogénea, existindo desenvolvimentos regionais assim como outros, de âmbito supra-regional. Salienta-se, ainda, a importância da tecnologia na percepção da tradição, da inovação e das mudanças culturais, ocorridas durante a Idade do Bronze, motivo pelo qual os estudos arqueometalúrgicos contribuem, igualmente, para o conhecimento de características sociais do passado.

Palavras-chave: Trabalho do ouro, Idade do Bronze, Arqueometalurgia.

Abstract: Gold work is one of the most exclusive artefacts to deal with in Bell Beaker and Bronze Age archaeology since it constitutes a rare but important material for the production of prestigious jewellery or luxury table ware in later prehistory. Atlantic Europe is a large geographic area from the south of Portugal up to the north of Scotland that produced an important quantity of high quality gold work in that time span. This paper deals with the archaeometallurgy and implicitly with the technology of later prehistoric gold in Atlantic Europe. It especially is concerned with an interdisciplinary approach in the study of technological aspects of precious metal work and aims to point out that gold technology can be seen as active material culture.

An introduction gives a general view on methods in the domain of archaeometallurgical research relevant for understanding the material, conception and manufacture of precious metal objects. A combination of information from material sciences, the identification of tool and wear marks, experimental archaeology, analogies from ethnoarchaeology, ancient illustrations and literary descriptions. Case studies of gold working in Atlantic Europe then reveal the evolution of the craft through time and space. From the beginning of gold metallurgy in the third millennium BC up to the introduction of iron in the first millennium BC, gold technology and typology do not advance homogeneously in Western Europe. There are regional developments in gold work as well as supra-regional features to exemplify. The talk discusses the design related to symbolism, the operational sequence of manufacturing techniques and the workshop equipment implied in the production of the gold artefacts. It will also highlight the importance of technology in the perception of tradition, innovation and cultural change. The outlined processes comfort the idea that archaeometallurgical studies of gold technology can provide a mirror of social factors of the past.

Keywords: Gold work, Bronze Age, Archaeometallurgy.

PREHISTORIC COPPER MINING AND METALLURGICAL EXPERTISE IN IRELAND

WILLIAM O'BRIEN[1]

Metal objects and the knowledge of metallurgy were introduced to Ireland in the 25th century BC. This coincided with the arrival of Beaker pottery and other material innovations of that culture group (Case 1966; Sheridan 1983). The new technology was successfully introduced over a short period, with copper objects in most parts of the island within a century or so (*c.* 2400-2300 BC). The earliest use of copper-tin alloys from around 2100 BC, leading to the widespread adoption of bronze a century or so later, as well as contemporary expertise in sheet goldworking, indicates a standard of metalworking on a par with many other regions of Europe. The relatively quick transition from metal use to metal dependency by the early second millennium BC culminated in what could be described as an 'industrial' scale of production in the later Bronze Age (*c.*1200-600 BC). The collapse of bronze supply in the mid first millennium BC was linked to the rapid introduction of iron technology from Britain and/or mainland Europe.

Chalcolithic and Bronze Age metalworking in Ireland had certain insular characteristics, however varying degrees of external influence are apparent in all periods. These contacts were the source of many metalworking innovations and stylistic influences, however it is also clear that native metalworkers experimented widely and attained a high level of competence. Factors here include pyrotechnological expertise gained from long established ceramic production. Another factor was access to reliable supplies of copper and gold from an early date. Where raw materials were lacking, notably tin, metalworkers in Ireland were able to draw on exchange networks established with contemporary metalworking groups elsewhere in Atlantic Europe.

[1] Department of Archaeology, University College Cork, Ireland. w.obrien@ucc.ie

While its landmass is relatively small, there is no reason to assume that the development of metallurgy and metal use was uniform across Ireland during the Chalcolithic and Bronze Age. The first millennium of metal use was certainly marked by a broad consistency of metal type and product range, however some regions had their own mining operations and primary metal production, while others were reliant on exchange networks and recycling. The regionalization of metalworking is even more apparent in the Late Bronze Age when several distinct traditions emerged under the patronage of powerful chiefdom groups.

Some 3000 or so copper, bronze and gold artifacts are known from the first millennium of metal use (*c.* 2400-1400 BC). Though no accurate figures are available for the later Bronze Age (*c.*1300-600 BC), some 160 hoards of bronze and gold metalwork are known from this period, some containing several hundred artifacts each. There is a great wealth of metalwork, however the majority of these copper, bronze and gold objects do not have secure archaeological contexts or dating, with many found in bogs, lakes and rivers. A further problem is the limited record of metallurgical activity from settlement contexts. Evidence of bronze workshops has been identified in some settlements of Late Bronze Age date, but is mostly absent for earlier periods (see Ó Faoláin 2004 for a summary of the evidence).

1. THE ORIGINS OF METALLURGY IN IRELAND

How did metallurgical knowledge spread to Ireland? Independent invention can be ruled out as the earliest copper objects made in Ireland were produced at a relatively advanced stage of technology. Given its geographical location it is not surprising that Ireland was isolated in metalworking terms from earlier developments in mainland Europe. There is no evidence for the lithic or heat treatment of native metals or secondary copper minerals in the indigenous Neolithic societies, who do not appear to have come into contact with metal-using cultures on the Continent prior to 2500 BC. Native copper is rare in Ireland and artifacts made of this pure metal have not been identified.

The earliest copper metallurgy in Ireland may instead be linked to the gradual spread of metal use across Western Europe in the early-to-mid third millennium BC. The appearance of large numbers of copper flat axeheads from *c.*2400 BC, as well as the production of copper daggers and halberds, gold discs and lunulae over the following three centuries, marks the beginning of metal production on a significant scale within Ireland (Harbison 1969a; 1969b). Based on axehead typology, hoard associations and metal composition, Burgess (1979) proposed four stages in the earliest development of copper metallurgy in Ireland, broadly spanning the period 2500?-1900 BC.

Stage 1. The introduction of copper metallurgy from the Continent may be marked by the appearance of trapezoidal, thick-butted, copper axes (Type Castletownroche). Although these have parallels in both Beaker and pre-Beaker contexts in mainland Europe, they are metallurgically indistinguishable from the first copper axeheads produced in Ireland. They can be seen as Irish products that retained the shape of the earliest metal imports, which were probably recycled very early on. Lacking useful associations, there is no independent dating or context for this putative first phase of Irish metallurgy.

Stage 2. Metallurgy was quickly adopted with the emergence of an insular form of the Castletownroche copper axe, namely the curved-sided, thick-butted series (Type Lough Ravel). This first Irish production was strongly influenced by Beaker technology developed on the Continent. Beaker influence is apparent in the emergence of the straight-sided, thin butted, copper axe (Type Growtown) and tanged copper knives. The Knocknagur hoard from Co. Galway connects this early horizon of copper axe production in Ireland with tanged daggers of an international Beaker type.

Stage 3. This phase saw a new form of copper axe combining curved sides and thin butt (Type Ballybeg), and also the introduction of halberds and rivet-notched knives. The Frankford hoard from Co. Offaly is the type-find for this phase. Although thin-butted axes are a later introduction they may not have entirely replaced thick-butted examples by the time bronze was introduced.

Stage 4. The development of the copper axehead is finally overtaken some time around 2100 BC with the rapid adoption of tin-bronze across Ireland, as illustrated by the wide distribution of Killaha series axeheads.

Most commentators agree that metallurgy was rapidly adopted across Ireland during the Knocknagur and Frankford phases (Burgess stages 2 and 3). This is what Case (1966) termed the *Impact Phase* when the influence of continental technology was probably linked to the arrival of Beaker metallurgists. In terms of origins, the difficulty lies with the affinities of what Case terms the *Archaic Phase*, marked by the production in Ireland of trapezoidal copper axes of continental type (Burgess Stage 1). The absence of a clearly defined import horizon linked to specific metalworking traditions on the Continent is one of the main difficulties in understanding the technological and cultural background to the earliest metallurgy in Ireland.

To summarise, it is possible to distinguish an early use of unalloyed copper as part of a distinct Chalcolithic horizon (*c.*2400-2200/2100 BC). This corresponds broadly with the currency of Beaker pottery in Ireland. The earliest goldwork also dates to this period, in the form of basket-shaped ornaments, discs and lunulae

that have Beaker culture connections (Taylor 1980; Eogan 1994). Most researchers now agree that metal was introduced to Ireland by those same population groups responsible for the spread of Beaker pottery and related innovations across Atlantic Europe in the mid third millennium BC.

2. COPPER SOURCES

This first phase of metallurgy in Ireland (*c.*2400-2100 BC) was marked by two distinctive features, namely a prolific output of axeheads, daggers and halberds and the consistency of the metal type used. Some 700 copper artifacts survive from this period, 95% of which have a distinctive arsenical composition and also contain other trace element impurities (Coghlan & Case 1957; Northover 1982). The various flat axe forms typically contain <1-3% wt. arsenic, with some higher compositions for daggers and halberds in this period. This arsenical copper continued in circulation for a short period after the first use of tin-bronze.

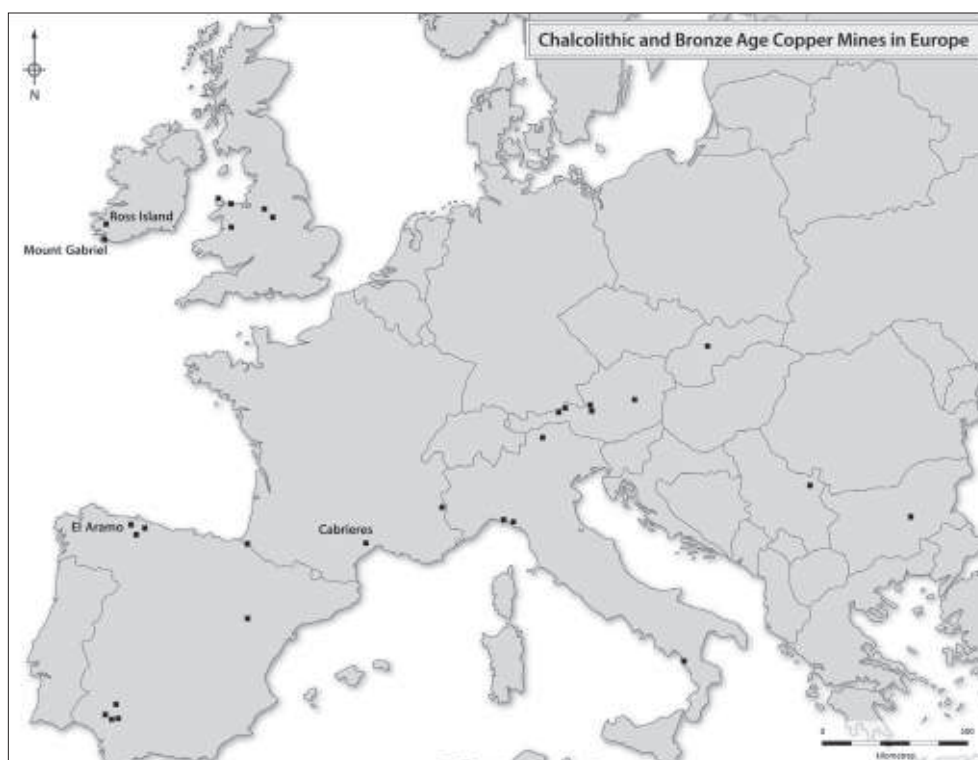



Figure 1. Distribution of Chalcolithic and Bronze Age copper mines in western Europe, showing location of the Ross Island and Mount Gabriel mining districts in Ireland.

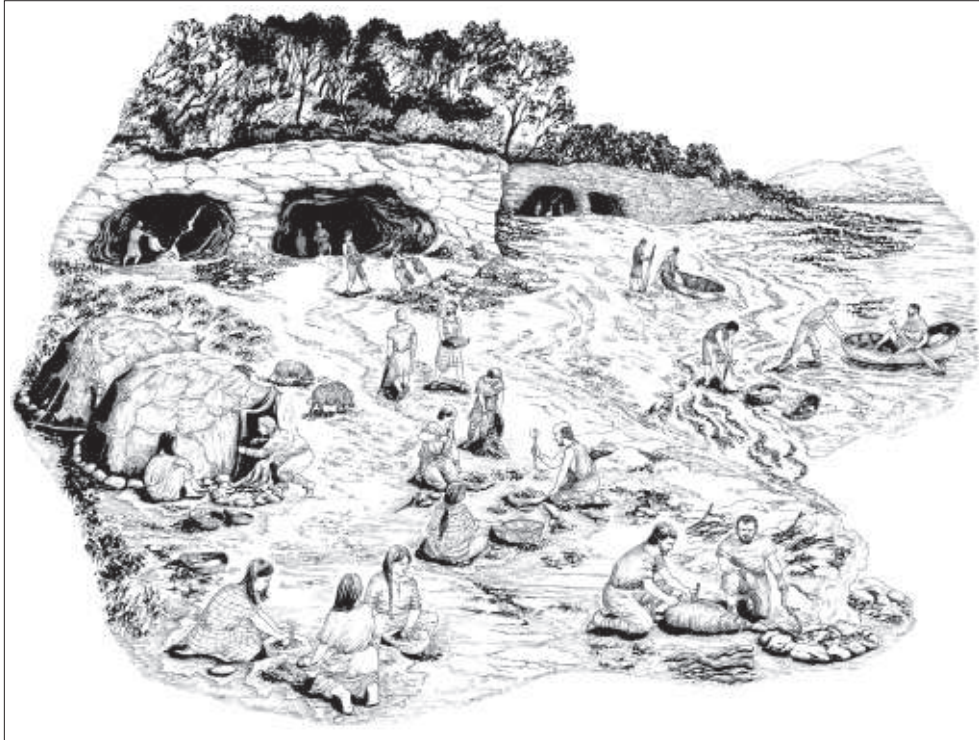



Figure 2. Reconstruction of Beaker copper mining at Ross Island, south-west Ireland.

The discovery of accessible copper resources was central to the successful introduction of metallurgy to Ireland. The main source of early arsenical copper was a mine in south-west Ireland located on Ross Island in Killarney, county Kerry (Fig. 1). The extraction of fahlore copper began there around 2400 BC, and continued through the Chalcolithic into the early centuries of the Bronze Age to around 1900 BC (O'Brien 1995; 2004). Though damaged by later mining, the early workings at Ross Island survive as large cave-like openings within a copper-rich stratum of the limestone geology. The copper ores were mined to depths of up to 10m, using a combination of simple, but effective, techniques. These included the use of fire-setting, where wood-fuelled fires were burned against the rock. The heat-shattered rock face was then pounded with stone cobble hammers, used hafted and hand-held. Other mine tools included cattle shoulder-blade bones used as scoops, and probably also wooden equipment.

A miner's work camp was discovered adjacent to the early workings at Ross Island (Fig. 2). This location was used for temporary habitation, with evidence of stake-built huts and food waste. The work camp was also used for a range of activities connected to the production of metal. This began with the crushing and

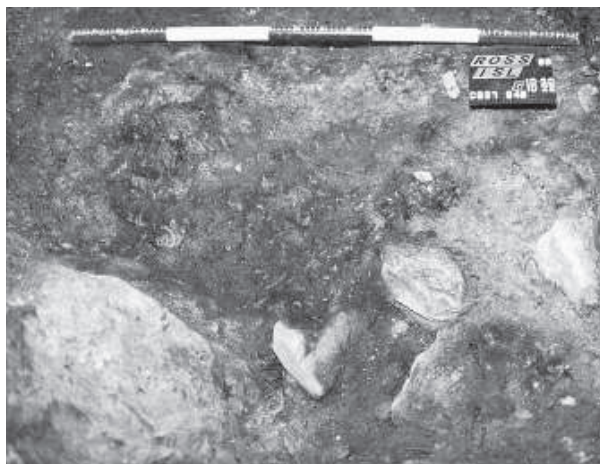



Figure 3.
Copper smelting furnace from the Beaker mine camp at Ross Island, consisting of a stone-lined chamber in a small pit, with an adjacent spread of fuel ash residue containing heat-altered copper ore.

hand-sorting of mineralized rock (ore) using stone hammers and anvils, which was then ground to a coarse granular texture using large basin-shaped querns. The ore concentrate was then smelted at low temperatures in unlined pits and stone-chambered hearths that were fueled with charcoal (Fig. 3).

The evidence from Ross Island evidence indicates that low-temperature, non-slagging processes were used in the smelting of fahlore to produce arsenicated copper. This was a primitive, low temperature process, but it was certainly effective as the mine produced a large amount of copper metal over time. The main reason is the occurrence of large amounts of tennantite ore that could be beneficiated to a high grade. This fahlore has a very low iron content (<5%) and the major impurites are arsenic and sulphur, volatile elements that can be removed as gas at relatively low temperatures. This ore chemistry, together with the massive occurrence of tennantite mineralization in the mine, explains the absence of slags in the smelting processes.

Metal droplets produced in these pit furnaces were re-melted and converted into small slab ingots. These were then transported from the mine to settlement sites around Killarney, to be subsequently cast into axeheads and blades in workshop locations. The arsenic content of this metal does not indicate deliberate admixture, but rather the use of a copper ore that is naturally rich in arsenic. The raw tennantite typically contained around 20% arsenic, however this was reduced by oxidative reduction in smelting, ingot production and object casting to a level of 1-5% to produce a distinctive impurity pattern (As>Sb>Ag) in the finished metalwork. Axeheads, daggers and other objects made with this so-called A-composition copper were widely exchanged across Ireland in the period 2400-1900 BC, with some products also reaching Britain (Northover 1982). It is significant that the

currency of this metal correlates closely with the radiocarbon chronology of the Ross Island mine, confirming that this was the main source within Ireland.

Excavations in the mine camp at Ross Island mine uncovered some 400 sherds from at least 20 vessels of Beaker pottery. This ceramic was, directly associated with copper smelting evidence dating 2400-2000 BC. These were small, well-made vessels, decorated with horizontal cord and comb impressions. They were used as drinking cups by the miners, and also in a washing process used to extract prills of copper metal from the furnace pits. The discovery of this pottery is an important connection with the culture group that introduced copper metallurgy to Ireland at the end of the Neolithic. The Ross Island mining was probably organized on a seasonal basis by miner/farmers. The food waste at the mine camp included cattle bone, which indicates contemporary farm settlement in the immediate Killarney area.

On chronological and metallurgical grounds, it is certain that Ross Island supplied metal to make thick-butted (Lough Ravel series) copper axes in Ireland. The contribution of this site to the earliest use of copper (Castletownroche stage) is less clear given the poor dating and cultural context of the early trapezoid axeheads. It is significant that the copper used in many of these axe forms is similar to that in the insular Lough Ravel axeheads. As Ross Island was a significant source of this arsenicated copper we can probably place this mine very close to the beginnings of Irish metallurgy. In conclusion, while the earliest contacts with Continental metal may have occurred prior to 2500 BC, it seems reasonable to argue that copper mining at Ross Island underway by 2400 BC was connected with the earliest metal *production* in Ireland.

3. ROSS ISLAND: THE ATLANTIC CONNECTION

The production of arsenicated copper at Ross Island is evidence of considerable metallurgical expertise at the very beginning of metal production in Ireland. The background to this knowledge must lie in mainland Europe, as no expertise in the production of arsenicated copper is evident in Britain as early as 2400 BC. Instead, the early use of arsenicated copper derived from fahlore sources was part of a wider pattern of metal supply in mainland western Europe during the fourth and third millennia BC (Strahm 1994; Ambert 2001).

Contacts with Beaker networks in Britain were clearly important in the transmission of metalworking innovations to Ireland that were ultimately derived from north-west Europe (Case 1966). However, there are also important differences between the British and Irish Beaker traditions, which raise the possibility of technological influences reaching Ireland directly from mainland Europe. A recent survey of Beaker metallurgy in France (Ambert 2001) concluded that the distinctive

arsenical composition of daggers, Palmela Points, swords, awls and other items is probably related to the smelting of tennantite ore. This Beaker metalwork represents the beginnings of metal use in Atlantic France and may have been part of a wider spread of metallurgy at this time that extended from Iberia to Ireland. The fahlore copper from Ross Island is therefore likely to have been part of a Beaker metallurgical tradition that extended across Atlantic Europe in the mid-third millennium BC.

There is abundant evidence for copper mining and metallurgy in France and Spain from early in the third millennium BC (Ambert 1996, 1999; Rovira 1998). Research confirms extensive Beaker period metallurgy in northern Spain and Portugal, including mine operations at El Aramo and El Milagro in Asturias, and La Profunda in Leon (Blas Cortina 2003), the smelting of arsenical ores at sites such as Albarracin, Teruel (Montero Ruiz & De La Esperanza 2008), and at major Beaker metalworking centres such as Zambujal in Portugal. Mines and metalworking contemporary with Ross Island have been identified in the Cabrières-Péret mining district in Languedoc, south-east France (Ambert 1996, fig. 16). These include mine workings at La Vierge and Pioch Farrus IV, as well as metalworking evidence from the settlement sites at Roque Fenestre and La Capitelle du Broum. This mining and metallurgy is not associated with beaker pottery, but like Ross Island is connected to the processing of fahlore, in this case antimony-bearing tetrahedrite ores. The spread of this antimonial copper from the Languedoc region to Atlantic regions of France can be traced from the mid-third millennium BC (Ambert 1999).

Ambert has also drawn attention to the prevalence of Beaker metalworking using arsenicated copper in Atlantic France, from Normandy and Brittany to the Saintonge region. Numerous flat copper axeheads are known from Beaker and pre-Beaker contexts in this region, while finds of copper daggers, Palmella points and other objects can be directly connected with Beaker metalworking. There is growing evidence of copper metallurgy and metal finds from Beaker settlements, for example at Les Florentins (Val-de-Rueil, Eure) in north-west France (Billard 1991) and La République in Talmont-Saint-Hillaire in the Vendée (Ambert 2001).

The expertise required to mine and process fahlore at Ross Island was considerable and does not appear to have been locally acquired. The transmission of this knowledge to Ireland must have occurred along exchange networks established by Beaker culture groups in Atlantic Europe. The technological background to Ross Island may be sought in contemporary mining activity in southern France or northern Spain. The mining of tetrahedrite fahlore at Cabrières provides an obvious source of knowledge, while it is likely that tennantite mines of the same period remain to be discovered in the Pyrenees (see Ambert 2001). The mines of El Aramo, El Milagro and La Profunda in northern Spain may also have been a source of mining expertise. It is interesting in this regard that the stone hammers from

Ross Island find their closest parallels in Europe with examples from Cantabrian mines such as El Aramo.

4. METAL USE TO METAL DEPENDENCY

The first millennium of metal use in Ireland (*c.*2400-1400 BC) was marked by a limited range of artifact types. Apart from minor items, these include copper and bronze axeheads, daggers and halberds, as well as gold discs and lunulae. As the Early Bronze Age progressed the scale of production gradually increased, linked to new mine sources, progressive recycling and a spreading knowledge of metallurgy across Ireland. This is reflected in the large number of developed bronze axeheads, including many decorated examples, known from the period *c*. 2000-1600 BC (Harbison 1969a). The range of bronze artifacts continued to be limited to axeheads and riveted daggers, with indications of a steady demand for these products. These objects cast in open stone moulds, however the production of copper and bronze halberds in the period *c.* 2300-1900 BC did involve the use of bivalve moulds. With a few exceptions, copper and bronze were not used to make personal ornaments. Once the production of lunulae ceased around 1900 BC there was also a decline in goldworking that lasted for several centuries.

Metalwork continued to play an important role in social transactions in this period, however bronze axeheads and blades assumed a greater utilitarian role as the Early Bronze Age progressed. The earliest evidence here is provided by the wooden trackway at Corlea (site 6) in Co. Longford where excavation uncovered waterlogged roundwood with tooling marks produced by metal axeheads. Construction of this trackway has been dendro-dated to 2259±9 BC, providing clear evidence for the practical use of metal (presumably copper) axeheads in the final Neolithic/Beaker period (O'Sullivan 1996).

The earliest use of tin-bronze in Ireland is represented by the large-scale production of Killaha series axeheads, believed to have occurred between *c.* 2200-2000 BC (Harbison 1969a). The successful introduction of tin alloying is all the more remarkable when we consider the paucity of natural tin sources in Ireland. It is also significant when we consider the steady supply of arsenicated copper that existed in Ireland in the preceding centuries. One explanation is that the adoption of bronze facilitated a wider use of metal in society, through the production of better work tools and weapons. Tin is a better alloying agent than arsenic and does not require extensive post-cast working to achieve improved hardness levels.

The first bronzes were made with copper from Ross Island mine that was probably mixed with metallic tin. The latter was a problem for the Ross Island-based producers as there are no natural sources of tin in the south-west region. A

small number of sources have been identified in other parts of Ireland, including several gold-bearing streams in Wicklow and the Mourne Mountains. Of greater significance was the supply of tin from south-west England, with evidence that the large stream deposits of Cornwall and Devon were exploited in the Early Bronze Age. The discovery of three Irish lunulae in Cornwall, as well as a number of Irish-type bronze axeheads found in stream tin workings in that region, points to an important trade in metals across the Irish Sea around 2000 BC.

It could be argued that the move to an 'industrial' scale of metal supply began with certain developments in metalworking in what is traditionally defined as the Middle Bronze Age (Ramsey 1995). Some 2500 bronze artifacts are recorded in Ireland for the period *c.*1600-1300 BC. This suggests an increased scale of production an increasing dependency on bronze to make weapons and work implements. The long established production of flat axeheads, daggers and halberds that marked the Early Bronze Age gave way to the manufacture of flanged axeheads (including palstaves), dirks and rapiers, and looped spearheads in the Killymaddy phase of the Middle Bronze Age (*c.*1500-1350 BC). The appearance of these new forms reflects developments in production technology, such as the ability to cast hollow forms and the widespread use of bivalve stone moulds, some 60 examples of which have been found in Ireland (Eogan 1993). The Lissane rapier from Co. Derry, a flawless casting of an 80 cm long elegant blade, exemplifies the technical accomplishment of this period.

5. BRONZE AGE COPPER MINES

The Ross Island mine exercised a considerable control over the supply of primary copper metal in Ireland during the Chalcolithic period. From about 2000 BC, there was a significant shift in the supply of copper across Ireland and also Britain. This relates to the reduced supply of arsenicated copper from the Ross Island source at that time when new types of copper metal were coming into circulation (*cf.* Northover 1982). This reflects the exploitation of new copper resources consisting of surface deposits of oxidized ores, which were more widely available than the type of fahlores mined at Ross Island. The development of tin alloying made it possible to convert pure copper produced from these secondary copper minerals into a serviceable metal. The new centres of copper mining included the Mount Gabriel-type mines of south-west Ireland, the Great Orme, Pary's Mountain and Cwm Ystwyth mines in Wales, as well as sources in England such as Alderly Edge near Manchester (O'Brien 1996).

The mining of copper during the Early and Middle Bronze Age in Ireland seems to have been confined to the south-west region. This is possibly because of the

Figure 4.
Location of Bronze Age copper mines (example inset) on eastern slopes of Mount Gabriel, county Cork.

expertise acquired in that area over five centuries or so of mining at Ross island. The single largest concentration of mines occurs on Mount Gabriel in the Mizen peninsula of county Cork (O'Brien 1994). Some 32 separate workings are recorded on this mountain, with radiocarbon dates ranging 1700-1400 BC for the individual operations (Fig. 4). Today these mines are preserved in an unspoiled blanket bog environment, and were spared destruction from later mining due largely to the poor quality of the copper mineralization.

The Bronze Age mines on Mount Gabriel are located on exposed beds of green sandstone in the local sedimentary geology. These rocks contain disseminated copper minerals that are exposed when the outcrop is lightly stained green by surface oxidation. This green colour is the copper carbonate, malachite, which was the main target of the Bronze Age miners. The distribution of the individual workings indicates a careful search for copper-beds, as well as an empirical understanding of the geological factors controlling their exposure. The miners only extracted rock that might contain copper minerals, quickly moving to other exposures once a particular working was exhausted.

The mines on Mount Gabriel are mostly small inclined openings, driven into vertical rock faces where the green sandstone beds are exposed. Rock was extracted using the fire-setting technique in combination with stone hammers and wooden implements. Some workings were abandoned after less than 1m, while others were worked to depths of up to 12 m. The two largest workings on Mount Gabriel probably reach an inclined depth of 20 m or more. In the mining cycle, fires were burnt against the mineralized rock face for several hours causing it to micro-fracture. The heat-shattered face was then pounded with stone hammers. The miner's task was helped by the presence of a closely spaced cleavage along which rock could be prised out using fingers and wooden sticks. Experiments have shown that up to five centimetres depth of rock could be removed in this way before the next firing was necessary.

A single 10 m deep mine on Mount Gabriel might therefore have required up to 200 fires, lit over a period of several months. This would have consumed huge amounts of wood fuel in the process. It is estimated that the extraction of some 4000 tonnes of rock from 32 recorded mines on the mountain may have required anywhere between 4000-14000 tonnes of roundwood fuel. The type of fuel used is confirmed by the discovery of a large quantity of branches, many with axe tooling marks, in a perfect state of preservation in one of the waterlogged mines. An analysis of this wood suggests some form of organized collection to meet these enormous fuel requirements. Oak and hazel were mainly used, however species such as alder, ash, birch, pine and willow were also collected. Wood was used to make mining equipment, examples of which are preserved in the flooded mines. These include shovels carved from alder, twisted withies of hazel and willow for stone hammer handles, oak planks used as steps inside the mines, as well as splints of resinous pine used in torches.

Once rock was extracted from these mines, the next task was to separate the copper minerals to prepare an ore concentrate that could then be reduced to metal by smelting. The process began with the coarse crushing of extracted rock using stone hammers and anvil stones. This material was then washed in small streams on the mountain prior to hand-sorting of visibly mineralized fragments. Evidence for this activity survives in the form of low mounds of crushed rock spoil near the mine entrances. These deposits contain large amounts of charcoal and broken stone hammers. With no metal mining tools, it was necessary to collect thousands of stone cobbles from local beach sources for use as hammers. Used either hand-held or hafted with flexible withies, these implements had a brief use-life, being of similar rock type to that they were striking.

The Mount Gabriel mines were short-lived operations, probably undertaken on a seasonal basis due to the demands of the agricultural year and the problems posed by poor weather. Flooding was a serious problem as it would have hindered fire-setting and caused the early abandonment of many workings. To minimise this, it is likely that individual mines were worked over a short period, with the extraction cycle at different outcrops overlapping with one another to provide for continuous output during the mining season. The deployment of labour was probably non-specialised and organised around the daily fire-setting cycle. Some individuals were engaged in underground rock extraction and surface ore concentration where different levels of experience were required. Others supported the mining effort by collecting fuel or hauling stone cobbles for use as hammers from beach sources up to 4km away. Food supply was probably organized from local farms where the miners lived. These settlements have not as yet been discovered, however there

are several stone ritual monuments and artifact finds to indicate that they were located in the general vicinity of the mines.

On present evidence, the mining on Mount Gabriel concluded with the preparation of crushed ore concentrates ready for the smelting furnace. No evidence of smelting has been found in the vicinity of the mines. This is probably because the processes involved left little evidence and the blanket peat on this mountain now covers any traces. The amount of copper ore extracted on Mount Gabriel was small, certainly when compared to the Ross Island mine. Current estimates suggest that the mines on this mountain may have only yielded 15-20 kg of metal a year, still enough to make 40-50 bronze axeheads (O'Brien 1994, table 12).

Copper mining ended on Mount Gabriel sometime around 1400 BC, most probably when the supply of copper-bed ore ran out. Similar mine workings, occurring either singly or in small clusters, are known from five locations in the Mizen peninsula to the west of Mount Gabriel (O'Brien 2003). One of these is on Ballyrisode Hill, where in 1854 a hoard of twelve polished stone axes was discovered in a small fire-set working. This mine is radiocarbon dated 1853-1619 BC. A Mount Gabriel-type stone hammer was discovered at old mine workings in the adjacent townland of Toormore. Similar mines have been discovered at Boulysallagh near Goleen village, where 4-5 infilled workings and surface spoil containing Mount Gabriel-type mauls are visible today. This mine is radiocarbon dated 1883-1691 BC, while similar workings in the nearby townlands of Callaros Oughter and Carrigacat are dated 1879-1531 BC and 2009-1693 BC respectively.

The operation of the Goleen mines *c.*1900-1600 BC overlapped with the mining on nearby Mount Gabriel. Similar mines also began to be worked in the Beara Peninsula around this time. These include an example at Tooreen below the summit of Esk Mountain, near Glengarriff. This site consists of a large cavernous opening with two low drivings at the backwall and an exterior spoil mound (Fig. 5). Another

Figure 5.
Mount-Gabriel-type copper mine at Tooreen in the Beara Peninsula, county Cork.

example has been discovered at Canshanavoe in the mountains north of Adrigole village. There are at least two areas of copper-bed extraction at this location, one of which contains three fire-set workings and a large spoil deposit. Similar workings with evidence of fire-setting and stone hammers are recorded at Crumpane on the mountain ridge overlooking Eyeries village, and also at Reentrusk in the Allihies area at the western end of the peninsula. Radiocarbon dates from Canshanavoe and Crumpane indicate that these Beara mines were worked *c.*1700-1400 BC.

6. METAL PRODUCTION IN THE LATE BRONZE AGE

The move to a new level of production in Ireland, marked by a diverse product range and a considerably greater volume of metal in circulation, occurs during the Bishopsland phase, *c.*1300-1000 BC (see Waddell 1998 for a summary). Influences from Continental Europe channelled through the 'ornament horizon'/Taunton metalworking of southern Britain led to the introduction of new metalworking techniques and a novel range of bronze and gold artifacts (Eogan 1964; 1994). This Bishopsland metalworking in Ireland produced specialised toolkits and the first bronze swords (Ballintober type). Novel types of gold ornament also appeared, including a range of torcs, ear-rings, tress rings and bracelets. The appetite for fashion and innovation is clearly reflected in the great variety of bronze spearhead forms between 1400-900 BC. Renewed metal hoarding in this period testifies to a marked increase in the amount of metal in circulation across Ireland.

There were also important technical advances in goldworking with solid bar was now used in addition to sheet. The skill of the goldsmith is visible in the production of a range of twisted neck-rings, including bar torcs, flange twisted torcs and ribbon torcs. Outstanding examples from this period, such as the Tara torcs, indicate an emerging craft specialisation. A major development in bronze casting is the widespread adoption of clay moulds to replace the use of stone moulds.

There is much evidence for trade in metal during this period, including the acquisition of raw materials and the exchange of finished objects. A lot of metal was sourced through recycling and foreign trade, and the discovery of scrap hoards at several locations in Ireland suggests that this was a well-organized activity. Some metal was probably imported from Wales, possibly the Great Orme mine, or possibly from as far away as the east Alpine sources in Central Europe. Until recently it was believed that copper mining had ceased by 1400 BC with the end of the Mount Gabriel-type operations. This view has now changed with the recent discovery of a Middle/Late Bronze Age copper mine at Derrycarhoon in the western part of county Cork. A recent investigation undertaken by the author identified

long trench mines in this site dating to 1200 BC. There are connected with the use of stone hammers, but not apparently fire-setting.

From about 1000 BC a further intensification of bronze and gold production occurs across Ireland, culminating in the metalworking of the Dowris phase (*c.*900-600/500 BC). Metalworking reached new heights in this period in terms of the scale of production, the great variety of metal products, and the technical accomplishment of the craft workers (Waddell 1998, p. 225-263). This was a time of conspicuous wealth in Ireland, most visibly expressed through large-scale metal production and depositional practices, and the use of prestige metalwork. The amount of metal in circulation is attested by the huge increase in hoarding, with some 130 metal hoards (80% of the Bronze Age total) known from this Dowris phase (Eogan 1983). The proliferation of new tool, weapon and ornament types shows diverse influences from southern and western Britain, from northern and central Europe, Atlantic Europe and the west Mediterranean. In addition to external stylistic and technological influences, Irish metalwork was also exchanged widely in Britain and on the Continent in this period (Eogan 1995).

The Dowris phase saw important advances in metal fabrication, including the working of sheet bronze to make buckets, cauldrons and shields. Joining techniques such as riveting and soldering were developed, as was the use of gold wire and foil. The use of leaded bronze and gold alloying is also known from this period. Bronze casting centred on the continued use of clay moulds, with the production of bronze horns a good example of the expertise available (Holmes 1979). Evidence of specialist craftworkers in bronze, gold and other materials like amber is provided by the technical quality of the final products and the use of specialised tool-kits. The discovery of 'founders' or scrap hoards points to carefully organised production and supply networks. The copper and gold used in this Dowris 'industry' was sourced through recycling and imported supplies from possibly Britain and the mainland Europe. This may have included copper mined in the eastern Alps, as well as supply from the Great Orme mine in north Wales.

A wide variety of bronze implements were produced in this period, including many found in hoards that represent specialised tool-kits used in the agricultural or craft sectors. The variety of Dowris metalwork in circulation is well illustrated by the eponymous hoard from county Offaly that originally contained over 200 objects, including many new types not previously seen in Ireland. Among the items represented are socketed axeheads, hammers, gouges and spearheads, as well as punches, razors, knives, swords, chapes, spear-butts, horns, hollow-cast pendants (crotals), cauldrons and buckets (Eogan 1983). The Dowris Phase is best known for the excellence of its goldworking. This was based on access to large supplies of this metal from different sources in Ireland. A great variety of ornaments was produced at this time, made

from solid bar and sheet gold, as well as from gold wire and foil. These included a range of arm, neck and hair ornaments, as well as gold vessels.

There is a marked increase in the production of bronze weaponry during the Dowris phase. The flange-hilted leaf-shaped sword is developed under direct influence from southern Britain, while spearheads were also produced in large quantities. This weaponry provides a strong indication of a highly politicised society of chiefdoms and tribal organisations and provides the social context for the emergence of craft specialisation within regional centres of excellence. This was a hierarchically structured society with warrior-aristocrats commanding the services of specialist craftworkers. The production of prestige weaponry and ornaments reveals an obvious concern with ostentatious display, and with cult practices involving votive deposition of metalwork.

7. THE TRANSITION TO IRON

During the seventh century BC the first contacts with iron-using cultures on the Continent emerged. This began a slow process of technological change, marked initially by the appearance of Hallstatt C material in Ireland and culminating in the widespread adoption of iron metallurgy during a period of prolonged contact with La Tène groups from 300 BC (Raftery 1994). The mechanisms by which iron was introduced to Ireland are much debated, as is the cultural context within which this innovation occurred. There is clear evidence from artifact finds of Late Bronze Age metalworkers experimenting with iron in the centuries between 600-300 BC (Scott 1990). This experimentation occurred against a background of contact with southern and western Britain, and France.

The appearance of finely-shaped iron artefacts around the third century BC marks the real establishment of iron technology in Ireland. This was facilitated by the wide availability of iron deposits across Ireland, the most important of which may have been bog ores. Nonetheless, the quality of iron produced over the next millennium is poor in comparison to contemporary production elsewhere, as Ireland was isolated from technological advances in the Roman world. Copper alloy metalworking continues in Ireland during the Iron Age (600/300 BC-400 AD), however it gradually assumes a specialised role for the production of prestige metalwork in this period (Raftery 1984). Goldworking also declined significantly at the end of the Bronze Age, though finds such as the Broighter hoard and Clonmacnoise (Knock) torc are evidence of continued production to a high technical standard in the Iron Age.

Recent discoveries confirm that iron smelting was practiced in Ireland as early as 500-300 BC (e.g. Carlin 2008). The technology used was the 'direct' or 'bloomery' process, which involved the solid-state conversion of iron ore to metal

through carbon monoxide reduction in a furnace that was fueled by charcoal to a temperature around 1200°C. These bowl furnaces represent a more primitive smelting method and produced small amounts of iron in poorly reducing, low temperature conditions. This may not have been a problem in small-scale domestic production where iron-rich ores were used. The analysis of smelting slag from many sites reveals high manganese content. This points to the use of bog iron ore, which in most cases probably came from local sources.

Iron was widely adopted in Ireland from the third century BC as the main metal for everyday work tools. The furnace pits found on recent road excavations points to an early introduction of iron technology involving small-scale production where local farmers produced enough metal for their own needs. This was a specialist activity, however many farming communities were soon able to acquire the basic knowledge of smelting, and the ability to forge and repair iron objects. Much of this production was local, and there is little evidence for any organized trade in iron during this period.

8. SUMMARY

The development of metallurgy in Ireland over some 2000 years of the Chalcolithic and Bronze Age presents a pattern of slow growth punctuated by cycles of rapid innovation stimulated in part by external contacts. There is a progressive move towards what might be described as an 'industrial' scale of production between 900-600 BC. Bronze production was to decline significantly in the Iron Age, when

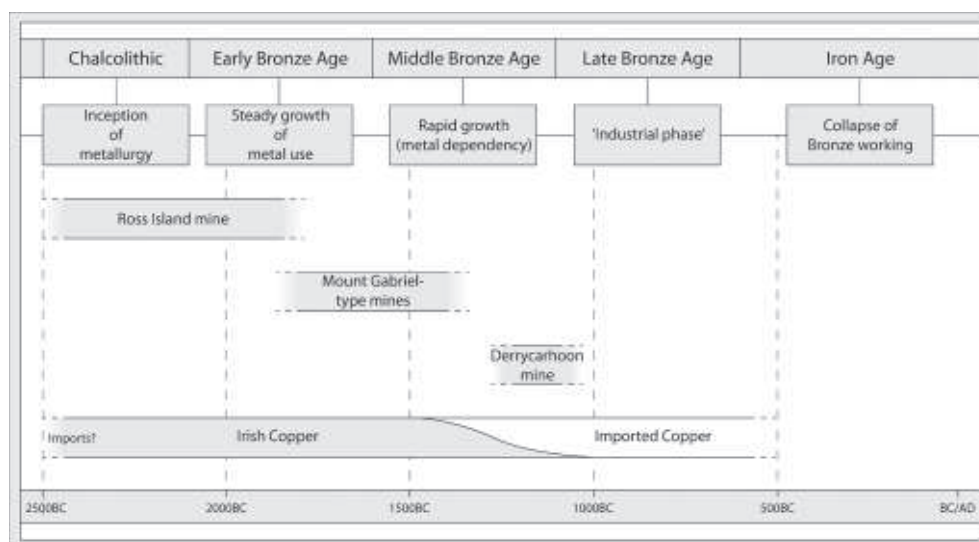



Figure 6. Main phases of copper mining and metalworking in prehistoric Ireland.

the metal was used exclusively for ornaments and high status objects. The survival of these skills must also have provided a foundation for the artistic and technical achievements of the 'Golden Age' of insular metalworking in the early medieval era.

The broad development of copper mining and metallurgy in prehistoric Ireland may be conveniently summarised as follows (Fig. 6):

1) 'Inception' Phase (2500?-2100 BC): introduction of copper-gold metallurgy as part of the expanding network of Beaker contacts across Atlantic Europe. Earliest metal production in Ireland represented by the Knocknagur and Frankford hoard horizons. Technical advances include sheet goldworking, casting of flat copper axes and daggers in open stone moulds, and the likely use of bivalve stone moulds for halberds. Suggestions of pre-Beaker metallurgy in the putative Castletownroche phase remain unsubstantiated and must now be considered unlikely. Ross Island was the main source of copper used throughout Ireland in this period;

2) Steady Growth' Phase (2100-1600 BC): introduction of tin alloying sometime between 2200-2100 BC (Killaha horizon), leading to adoption of tin-bronze as standard copper alloy in Irish Bronze Age. Limited product range, though the scale of metal production gradually expands in this period. Technical advances include transition from open to bivalve stone moulds, and the development of hollow casting by 1600-1500 BC. Decline in goldworking after 1900 BC. Copper mining at Ross Island continued to 1900-1800 BC, when it was replaced by the Mount Gabriel-type production of the West Cork region;

3) 'Rapid Growth' Phase (1600-1100 BC): growing metal dependency. Increased scale of production with diverse product range (Killymaddy to Bishopsland metalworking stages). Technical innovation of native smiths with much Continental influence apparent. Development of specialised weapons and new goldworking techniques; specialised tool-kits for secialist craftworkers. Continued sourcing of copper from the Mount Gabriel-type mines to around 1400 BC, with some later mines such as Derrycarhoon. Increased reliance on imported supplies of copper;

4) 'Industrial' Phase (1100-600 BC): great expansion in scale and range of metalwork production during the Dowris phase; technical accomplishment in bronze and gold fabrication. Specialised craft-working within a stratified society; considerable emphasis on bronze weapon production. Important external influences, as well as circulation of Irish metalwork to Britain and the Continent. No indigenous copper mining;

5) 'Collapse' Phase (600-300 BC): Early contact with iron-using groups (Hallstatt C) on the Continent in the seventh century BC; iron smelting technology as early as 500-300 BC; experimentation by final Bronze Age smiths leads to the adoption of iron metallurgy by 300 BC. Specialised use of copper alloys for ornaments and prestige objects during the subsequent Iron Age. Marked decline in gold production from 500 BC. No indigenous copper mining.

REFERENCES

AMBERT, P. (1996). Cabrières (France), mines et métallurgie au III millénaire BC: apports de la métallurgie expérimentale. *Archéologie en Languedoc*. Revue de la Fédération Archéologique de L'Hérault. 21-6.

AMBERT, P. (1999). Les minerais de cuivre et les objets metalliques en cuivre à antimoine-arget su sud de la France. In HAUPTMANN, A. *et al*. (eds). *The Beginnings of Metallurgy, Proceedings of the 1995 International Symposium*. Bochum. p. 193-210.

AMBERT, P. (2001). La place de la métallurgie campaniforme dans la première métallurgie française. In HARRISON, R. *et al*. (eds.). *Bell Beakers Today*, Proceedings of the Riva del Garda conference, May 1998. Trento. p. 577-588.

BILLARD, C. (1991). L'habitat des Florentins à Val-de-Reuil (Eure). *Gallia Prehistoire*. 33. 140-71.

BLAS CORTINA, M. A. de (2005). Un témoignage probant de l'exploitation préhistorique du cuivre dans le nord de la Péninsule Iberique: le complexe minier d'El Aramo (Asturies). In AMBERT, P. & VAQUER, J. (eds.). *La première métallurgie en France et dans les Pays Limitrophes*. Carcassonne: Mémoire 37 de la Société Préhistorique Francaise. p. 195-206.

BLAS CORTINA, M. A. de (2008). Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los picos de Europa: Las olvidadas labores de El Milagro (Onís, Asturias). *Veleia*. 24-5. 723-53.

BURGESS, C. (1979). The background of early metalworking in Ireland and Britain. In RYAN, M. (ed.). *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium. Dublin. p. 207-247.

CARLIN, N. (2008). Ironworking and production. In CARLIN, N.; CLARKE, L. & WALSH, F. *The Archaeology of Life and Death in the Boyne Floodplain: the Linear Landscape of the M4*. National Roads Authority scheme monographs 2, Dublin. p. 87-112.

CASE, H. J. (1966). Were Beaker-people the first metallurgists in Ireland? *Palaeohistoria.* 12. 141-77.

COGHLAN, H. H. & CASE, H. J. (1957). Early metallurgy of copper in Britain and Ireland. *Proceedings of the Prehistoric Society.* 23. 91-123.

EOGAN, G. (1964). The later Bronze Age in Ireland in the light of recent research. *Proceedings of the Prehistoric Society.* 30. 268-351.

EOGAN, G. (1983). *The Hoards of the Irish Later Bronze Age*. Dublin: University College Dublin.

EOGAN, G. (1993). Aspects of metal production and manufacturing systems during the Irish Bronze Age. *Acta Praehistorica et Archaeologica*. Band 25. 87-110.

EOGAN, G. (1994). *The Accomplished Art. Gold and Gold-working in Britain and Ireland during the Bronze Age*. Oxford: Oxbow Monograph 42.

EOGAN , G. (1995). Ideas, peoples and things: Ireland and the external world during the later Bronze Age. In WADDELL, J. & SHEE TWOHIG, E. (eds.). *Ireland in the Bronze Age. Proceedings of the Dublin Conference, April 1995*. Dublin. p. 128-135.

HARBISON, P. (1969a). *The Axes of the Early Bronze Age in Ireland*. Prahistorisce Bronzefunde 9.1. Munich.

HARBISON, P. (1969b). *The Daggers and Halberds of the Early Bronze Age in Ireland*. Prahistorisce Bronzefunde 6.1. Munich.

HOLMES, P. (1979). The manufacturing technology of the Irish Bronze Age horns. In RYAN, M. (ed.) *The Origins of Metallurgy in Atlantic Europe*. Proceedings of the Fifth Atlantic Colloquium. Dublin. p. 189-204.

MONTERO RUIZ, I. & DE LA ESPERANZA, M. (2008). Un pequeño campamento minero de la edad del Bronze: La Loma de la Tejería (Albarracin, Teruel). *Trabajos de Prehistoria.* 65(1). 155-168.

NORTHOVER, J. P. (1982). The exploration and long distance movement of bronze in Bronze Age and Early Iron Age Europe. *Bulletin of the Institute of Archaeology.* 19. 45-72.

O'BRIEN, W. (1994). *Mount Gabriel: Bronze Age Mining in Ireland*. Galway.

O'BRIEN, W. (1995). Ross Island and the origins of Irish-British metallurgy. In WADDELL, J. & SHEE TWOHIG, E. (eds.). *Ireland in the Bronze Age.* Dublin: Stationary Office. p. 38-48.

O'BRIEN, W. (1996). *Bronze Age Copper Mining in Britain and Ireland*. Shire Publications, Princes Risborough.

O'BRIEN, W. (2003). The Bronze Age copper mines of the Goleen area, Co. Cork. *Proceedings of the Royal Irish Academy* 103C. p. 13-59.

O'BRIEN, W. (2004). *Ross Island: Mining, Metal and Society in Early Ireland*. Galway.

Ó FAOLÁIN, S. (2004). *Bronze Artefact Production in Late Bronze Age Ireland*. British Archaeological Reports (British series) 382. Oxford: Archaeopress.

O'SULLIVAN, A. (1996). Neolithic, Bronze Age and Iron Age woodworking techniques. In RAFTERY, B. (ed.). *Trackway Excavations in the Mountdillon Bogs, Co. Longford, 1985-1991*. Irish Archaeological Wetland Unit, transactions 3. Dublin. p. 291-342.

RAFTERY, B. (1984). *La Tène in Ireland: Problems of Origin and Chronology*. Marburg.

RAFTERY, B. (1994). *Pagan Celtic Ireland*. London.

RAMSEY, G. (1995). Middle Bronze Age metalwork: are artefact studies dead and buried? In WADDELL, J. & SHEE TWOHIG, E. (eds). *Ireland in the Bronze Age*. Dublin: The Stationary Office. p. 49-62.

ROVIRA, S. (1998). Metalurgia companiforme en Espana: resultados de quince anos de investigacion arqueometalurgica. In FRERE-SAUTOT, M. Ch. (ed.). *Paléométallurgie des Cuivres*. Actes du Colloque de Bourg-en-Bress et Beaune, Oct. 1997. Montagnac. p. 109-130.

SCOTT, B. G. (1990). *Early Irish Ironworking.* Belfast.

SHERIDAN, A. (1983). A reconsideration of the origins of Irish metallurgy. *The Journal of Irish Archaeology.* 1. 11-19.

STRAHM, C. (1994). Die Anfange der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetia Archaeolocica.* 25. 1-39.

TAYLOR, J. (1980). *Bronze Age Goldwork of the British Isles*. Cambridge.

WADDELL, J. (1998). *The Prehistoric Archaeology of Ireland*. Galway (revised 2010).

Abstract: Copper metallurgy was introduced to Ireland in the mid-third millennium BC as part of the Beaker network of contacts across north-west Europe. Several thousand copper, bronze and gold objects from the Chalcolithic and Bronze Age testify to the successful development of metallurgy over the next 2000 years. This indigenous production was based on reliable access to supplies of metal over a long period, and on organized networks of production and exchange. Bronze Age copper mines are known from several locations in the south-west counties of Cork and Kerry. This paper reviews the main developments in copper mining and metalworking in Ireland, from the introduction of copper metallurgy to the adoption of iron around 500 BC.

Key-words: Ireland metallurgy, Chalcolithic and Bronze Age, Copper mining, Metalworking technology, Europe network of beaker.

Resumo: A metalurgia do cobre foi introduzida na Irlanda em meados do 3º milénio AC., no âmbito da rede de trocas associadas ao fenómeno campaniforme do noroeste da Europa. Muitos milhares de objectos de cobre, de bronze e de ouro, quer do Calcolítico, quer da Idade do Bronze testemunham o êxito do desenvolvimento da metalurgia nos 2000 anos seguintes.

A produção indígena da Irlanda baseou-se na boa acessibilidade às fontes de matéria-prima, durante um vasto período cronológico, e em redes bem organizadas de produção e de distribuição do metal. Na Idade do Bronze são abundantes as minas de cobre em vários locais dos municípios a sudoeste de Cork e de Kerry.

Este artigo efectua uma síntese sobre o desenvolvimento dos principais processos de mineração e de produção metalúrgica do cobre, na Irlanda, desde a introdução da metalurgia do cobre até à do ferro, por volta de 500 AC.

Palavras-chave: Metalurgia na Irlanda, Calcolítico e Idade do Bronze, Mineração do cobre, Tecnologia de processamento de metais, Rede europeia de intercâmbio campaniforme.

ACHADOS METÁLICOS DE COBRE NO BAIXO VOUGA (CENTRO-NORTE DE PORTUGAL)

CARLOS MANUEL SIMÕES CRUZ[1]
ANA M. S. BETTENCOURT[2]
ELIN FIGUEIREDO[3]
MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO[4]

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa dar a conhecer dois objetos metálicos, em cobre, um punhal e um machado plano, encontrados em contextos arqueológicos distintos do curso inferior do rio Vouga, aumentar o conhecimento da Pré-História Recente desta região e contribuir para o estudo das primeiras produções metalúrgicas da fachada ocidental do Centro-Norte português.

Ambos os objetos foram detetados em contextos de superfície na freguesia de Sepins. O punhal foi encontrado no ano de 2006, no sítio da Tapada / Espinheiro, em trabalhos de monitorização da Carta Arqueológica de Cantanhede levados a cabo por um dos signatários deste trabalho (CMSC). O machado foi descoberto pelo Sr. Aurelino Sequeira, morador no lugar de S. Lourenço do Bairro, concelho de Anadia, num campo lavrado entre os Pedrulhais e as Chãs (Cruz 2005), na década de 80 do séc. XX.

[1] Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. simoes.cruz@gmail.com

[2] Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. anabett@uaum.uminho.pt

[3] Investigadora do Grupo de Química Analítica e Ambiental, Instituto Tecnológico e Nuclear, Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal. elin@itn.pt

[4] Investigadora do Grupo de Química Analítica e Ambiental, Instituto Tecnológico e Nuclear, Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal. faraujo@itn.pt

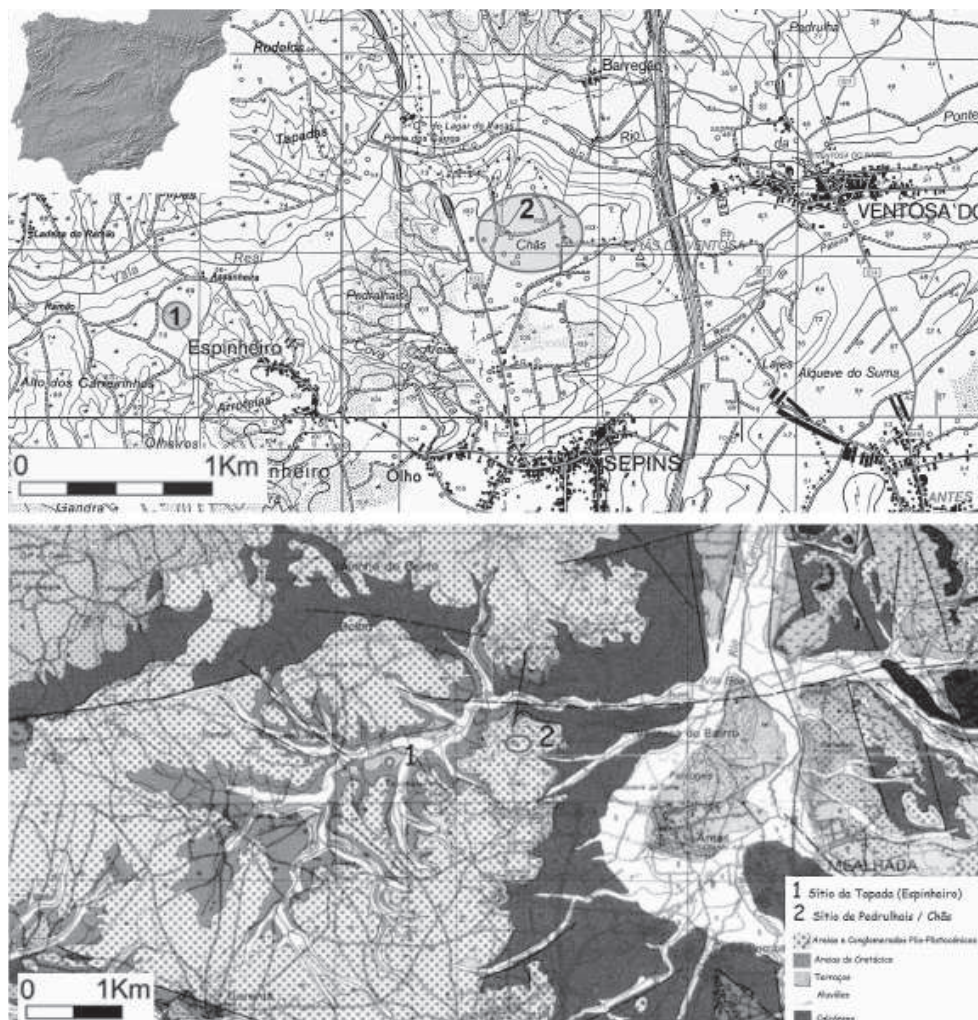



Figura 1. 1 – Localização da Tapada do Espinheiro (1) e de Pedrulhais/Chãs (2) na Carta Militar de Portugal, n.[os] 207 e 208, respetivamente, esc. 1:25 000; 2 – Localização da Tapada do Espinheiro (1) e de Pedrulhais/Chãs (2) na Carta Geológica do Vale do Cértima, escala aproximada 1:45 000 (seg. Dinis 2004).

2.TAPADA DO ESPINHEIRO

2.1. Localização administrativa, contexto físico e ambiental

O sítio da Tapada pertence ao lugar do Espinheiro, freguesia de Sepins, concelho de Cantanhede, distrito de Coimbra. As coordenadas geográficas do local, segundo a Carta Militar de Portugal na escala 1:25 000, folha 207, são as seguintes: 40º 23'33" N / 8º 31'15" W, altitude de 70 m (Fig 1.1).

Segundo P.A. Dinis (2004) o sítio ocupa um terraço fluvial que recobre areias do Cretácico e unidades carbonatadas (calcários margosos) do Jurássico, localizado a norte da denominada "plataforma de Murtede-Cordinhã", pertencente ao "*horst* litoral". Esta unidade morfo-estrutural enquadra-se na plataforma costeira da Orla Mesocenozóica, de cronologia Plio-Plistocénica, onde se encaixa a rede hidrográfica (Ferreira 1978, 1983; Daveau 1995; Dinis 2004; Gomes 2008). Atualmente este terraço fica sobranceiro à planície aluvial da Vala Real/rio da Tapada, denominação local do rio da Ponte, subsidiário do rio Cértima, subafluente do Vouga (Fig.1.2).

O coberto vegetal atual é constituído por pinhal e eucaliptal, embora se possam encontrar resquícios de carvalhos, choupos e ulmeiros.

2.2. Características e contexto do achado

O punhal em estudo foi encontrado no âmbito de trabalhos de prospeção efetuada em área lavrada o que permitiu identificar e recolher significativos materiais cerâmicos e líticos, em associação com manchas de terra escura e concentrações de calhaus e blocos calcários, resultantes da provável destruição de pequenas estruturas pétreas. A distribuição espacial dos achados indicia uma área de ocupação aproximada de 1 000 m^2. Trabalhos agrícolas ocorridos em 2010 e 2011, nos terrenos adjacentes, não confirmam que a área seja superior à estimada.

Achado metálico:

Trata-se de um punhal em cobre, inteiro, com duas chanfraduras de cada lado na área do encaixe e de folha lisa. Mede 16,2 cm de comprimento, 2,5 cm de largura máxima e 4 mm de espessura. Tem 44,8 g de peso. Apesar de ter estado ao ar livre encontra-se em bom estado de conservação. Foi consolidado no Museu D. Diogo de Sousa, em Braga, com paraloid B72 e estabilizado quimicamente com benzodriasol (Fig. 2.1).

Achados cerâmicos:

Foram recolhidos mais de uma centena de fragmentos cerâmicos. Todos eles são de fabrico manual, provavelmente elaborados através da adição de rolos, como

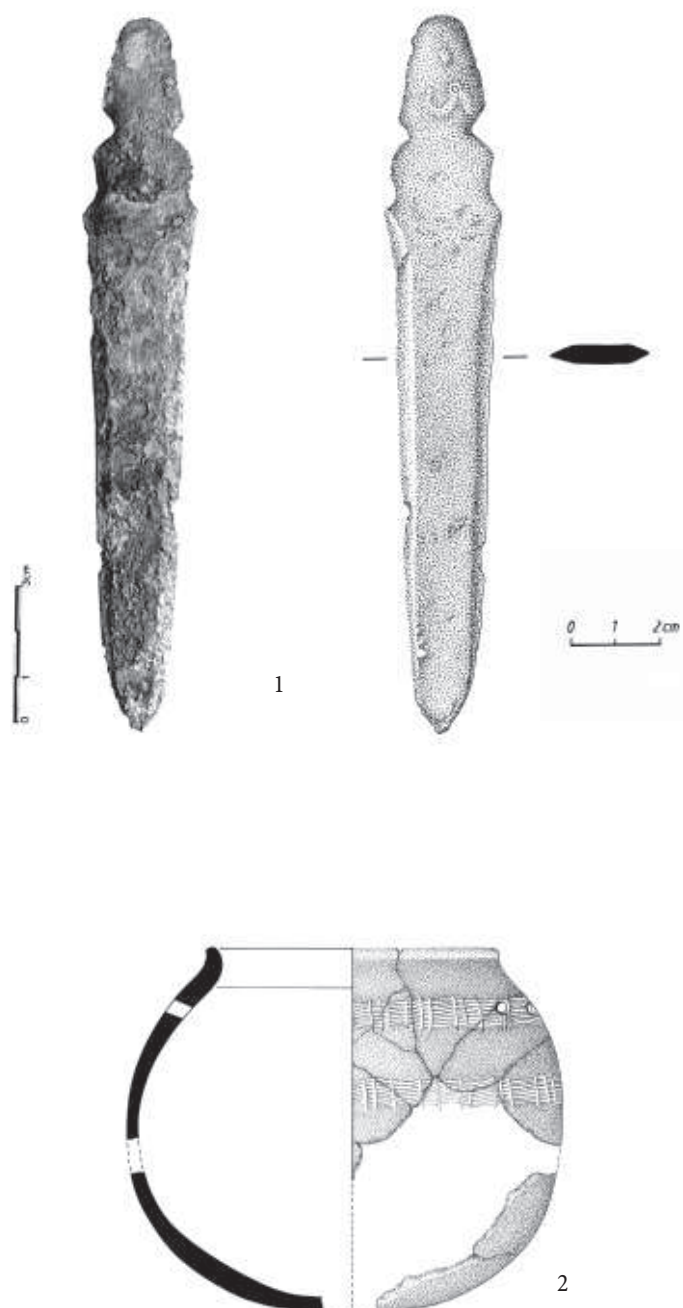



Figura 2. 1 – Fotografia do punhal de cobre após a sua consolidação e desenho do mesmo (consolidação de Vítor Torres, fotografia de Manuel Santos e desenho de Amélia Marques); 2 – Recipiente com decoração penteada encontrado na área (desenho de Amélia Marques).

é possível verificar em alguns. As pastas são arenosas com elementos não plásticos constituídos por grãos de quartzo e de feldspatos de diversos calibres, o que dá origem a diferentes texturas. De uma forma geral as cozeduras são redutoras e de média qualidade, embora ocorram escassos fragmentos de cor alaranjada ou avermelhada no interior, que parecem resultar mais de uma cozedura deficiente do que a um ambiente oxidante. A maioria deles apresenta coloração acastanhada. Os acabamentos são alisados, embora alguns fragmentos, muito poucos, se encontrem erodidos.

Os bordos podem ser reentrantes, verticais ou abertos, de diâmetros muito distintos, configurando formas médias (entre 11 cm a 20 cm) e médias/grandes (entre 21 cm e 30 cm). Excecionalmente podem ser grandes (31 cm a 40 cm). Quase todos os recipientes têm perfis globulares ou hemisféricos. Apenas num deles foi detetada uma carena alta muito pouco pronunciada. Não se conhecem perfis em S.

As decorações, quando existem, são variadas em termos técnicos e estilísticos. Ocorrem com decorações metopadas de tipo Penha, onde são comuns os reticulados incisos e os incisos/impressos e peças com decoração espinhada disposta em bandas no início da pança efetuada quer através de sulcos profundos e finos quer de objetos com ponta romba. Também estão presentes as decorações realizadas através de impressões penteadas, formando bandas horizontais ou onduladas e séries de penteados arrastados (Fig. 2.2).

Num caso verificou-se uma decoração incisa desenhando linhas verticais e noutro, uma decoração impressa arrastada, localizada no interior do recipiente. De uma forma geral são frequentes os bordos lisos. Parecem existir dois arranques de fundos planos.

Achados líticos:

No local recolheram-se mais do que três dezenas de artefactos líticos efetuadas com recurso ao talhe e ao polimento.

No primeiro grupo incluímos lâminas retocadas, raspadeiras sobre lâminas e lascas, denticulados, núcleos e restos de talhe. Destacamos um objeto compósito, em quartzito, que foi simultaneamente núcleo e percutor.

A matéria-prima mais usada foi o sílex da região, seguida do quartzito. O quartzo leitoso e cinzento também foi utilizado.

No segundo grupo destacamos fragmentos móveis de moinhos, um polidor, um percutor sobre seixo rolado, dois pesos de tear partidos com vestígios de terem estado sobre o fogo (Fig. 3.1), dois machados fraturados de diversos tamanhos, um martelo, um cilindro de pedra fragmentado com uma das extremidade arredondada mas rugosa (ídolo cilíndrico?) (Fig. 3.2), um artefacto polido de contorno e

Figura 3. 1 – Peso de tear em quartzito; 2 – Ídolo cilíndrico?

secção retangular de difícil classificação e um objeto inacabado. Este material foi realizado essencialmente em grés, com exceção dos machados, do martelo, e das peças indeterminadas e inacabadas que são de anfibolito, matéria exógena, apenas existentes na região de Oliveira de Azeméis ou de Epinho-Ovar.

Depósito do material:

O punhal, assim como os restantes materiais recolhidos encontram-se temporariamente na posse de um dos signatários (CMSC), estando previsto o seu depósito no Museu da Pedra, em Cantanhede.

3. PEDRULHAIS E CHÃS

3.1. Localização administrativa, contexto físico e ambiental

O machado foi encontrado, igualmente, na freguesia de Sepins, concelho de Cantanhede, distrito de Coimbra, a cerca de 1,5 km da Tapada do Espinheiro. As coordenadas geográficas aproximadas, segundo a Carta Militar de Portugal, na escala 1:25 000, folha 208, são as seguintes: 40º 23’51”N / 8º 30’ 08” W, entre os 100 m e os 106 m metros de altitude (cf. fig. 1.1).

O achado ocorreu a norte de uma vasta plataforma conhecida por Pedrulhais (de S. Martinho), Chãs[5] ou Areias, onde são frequentes outros vestígios pré--históricos (Fig. 4).

Esta plataforma, bem definida pela curva de nível dos 100 m, estende-se no sentido Norte-Sul, de forma irregular, para norte da sede de freguesia. A Norte e Noroeste é sobranceira ao rio da Ponte (continuação da Vala Real/rio da Tapada), subsidiário do Cértima, cujo curso domina visualmente. A Oeste e Sudoeste está delimitada pela ribeira da Cova da Moura e a Sul e Este pela regueira da Pateira, ambas tributárias do rio da Ponte.

O substrato rochoso é constituído por calcários margosos a que se sobrepõem areias e conglomerados do Cretácico Inferior e areias finas do Pliocénico e do Quaternário (cf. fig. 1.2).

O coberto vegetal é constituído por zona agrícola com manchas de pinhal e oliveiras e uma pequena concentração de carvalhos.

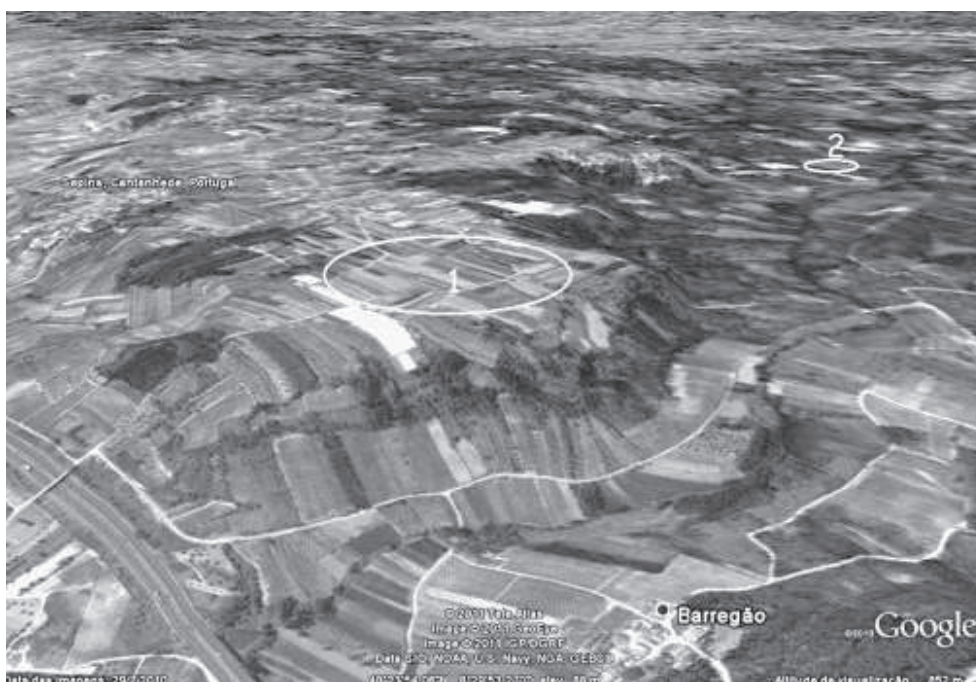



Figura 4. Plataforma a Norte de Sepins e área de dispersão dos achados arqueológicos nas Chãs / Pedrulhais (1) e na Tapada do Espinheiro (2) (fonte: Google Earth).

[5] Os topónimos Areias e Pedrulhais estão ligeiramente deslocados na Carta Militar de Portugal em relação à toponímia tradicional.

3.2. Características e contexto do achado

Na área de exumação do machado metálico têm vindo a ser recolhidos, desde a década de 80 do séc. XX, inúmeros fragmentos cerâmicos, assim como artefactos líticos e metálicos que indiciam uma intensa ocupação deste local durante a Pré-História Recente (Cruz 1983; Vilaça 1988; Cruz 2005), mais precisamente durante o Calcolítico (Cruz 2005; Bettencourt 2005) ou desde o Calcolítico até aos inícios da Idade do Bronze. Em 2005 a opção metodológica foi a de individualizarmos os diferentes *loci* de ocorrência de materiais arqueológicos encontrados nesta área superior a 20 ha (Cruz 2005; Bettencourt 2005). Hoje, colocamos a hipótese de que, em grande parte desta plataforma, com excelente visibilidade para o vale do rio da Ponte e bem visível a partir deste, se tenha construido um grande recinto com estruturas monumentais, à semelhança do que se tem descoberto no Sudoeste, no Nordeste (Jorge 2003) e no Noroeste do território português (Bettencourt 2007, 2010; Muralha no prelo; Valera & Rebuge 2008).

Não se conhecem estruturas associadas a este material, embora, em 2000, na sequência de trabalhos agrícolas que implicaram a extração dos solos superficiais, a nor-noroeste desta plataforma (Chãs 1) se tivessem detetado quatro manchas sub-circulares de terra escura, algumas com 4 m de diâmetro, onde se acumulavam grandes concentrações de espólio arqueológico que talvez pudessem corresponder a destruições de cabanas em materiais perecíveis (Cruz 2005).

Achados metálicos:

O machado plano de contorno trapezoidal e gume arredondado, sem vestígios macroscópicos de uso, foi encontrado fraturado na extremidade de encabamento. Mede 5,4 cm de comprimento, 3,7 cm de largura no gume e 1 cm de espessura. Pesa 105,3 g (Fig. 5).

Na plataforma superior das Chãs, que um de nós denominou de Chãs 3 (Cruz 2005), foi encontrado outro machado metálico de pequenas dimensões, também fragmentado, pelo médico Mário Jorge de Oliveira, seu proprietário (Cruz 1983, 1995)[6]. Há ainda a acrescentar a descoberta, nesta área genérica, de um alfinete de ouro publicado por B. Armbruster e R. Parreira (1993) como proveniente das Areias, Mealhada, Aveiro (Fig. 6). Na verdade, a ficha desta peça, em depósito no Museu Nacional de Arqueologia (MNALV-163), diz que este foi «*achado num campo entre Sepins e Ventosa, chamado (talvez) Areia…*» e «*comprado em 12/6/1921 a*

[6] Esta peça foi observada por um de nós (CMSC) nos anos 80. Inseria-se na coleção de peças arqueológicas oriundas deste local, expostas no consultório que este médico possuía na Avenida Sá da Bandeira, em Coimbra. No âmbito deste trabalho efetuámos várias diligências para encontrar este senhor ou os seus herdeiros, infelizmente infrutíferas.

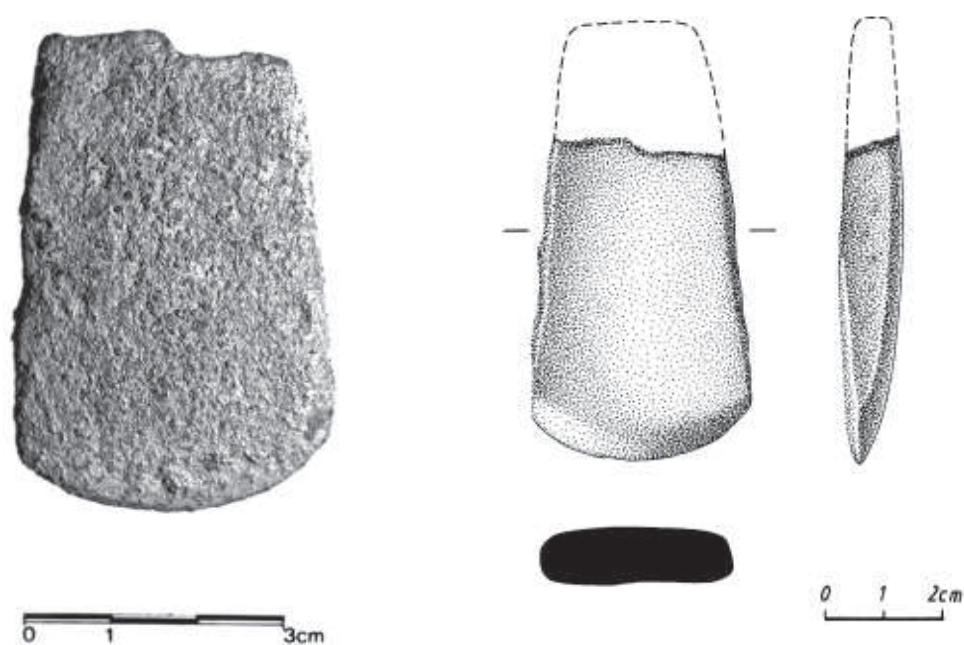



Figura 5. Machado encontrado na área das Chãs / Pedrulhais (fotografia de Manuel Santos/M.D.D.S. e desenho de Amélia Marques).

João Baptista de Sepins».[7] Informações orais recolhidas por C.M.S. Cruz, em 1980, confirmam que a descoberta se verificou nas (Areias) das Chãs, perto da atual estrada principal, na freguesia de Sepins, concelho de Cantanhede, assim como a sua venda para Lisboa (Cruz 1983, 2005). As investigações efetuadas permitiram a este autor chegar à conclusão de que este alfinete seria o "*prego de ouro*» encontrado na freguesia de Sepins e referenciado por Ana Elvira Poiares (1963).

Figura 6. Alfinete de ouro encontrado na área das Chãs / Pedrulhais. Altura: 12,4 cm (seg. Armbruster & Parreira 1993; Cruz 2005).

[7] De notar que no concelho da Mealhada não há qualquer freguesia de Sepins. Este concelho também não pertence ao distrito de Aveiro mas ao de Coimbra, pelo que são várias as imprecisões na localização desta peça.

Ainda nas Chãs de S. Martinho teria aparecido, por volta de 1892 "*um molho de fio de ouro todo enrolado e amassado* (que) *depois de estendido tinha à volta de um metro de comprido…*". Foi, na altura, vendido a um ourives (Poiares 1963, p. 17 *in* Cruz 2005, p. 221 e nota 1).

Achados cerâmicos:

Os achados cerâmicos ascendem a muitas centenas por toda a área. Aqui apenas privilegiámos os de fabrico manual, cozeduras globalmente redutoras, pastas arenosas e de texturas muito grosseiras, grosseiras e medianas (Cruz 2005).

De uma forma genérica podemos considerar a existência de dois grupos distintos de olaria. O primeiro compreende bordos reentrantes, verticais e abertos de recipientes essencialmente globulares ou hemisféricos, maioritariamente lisos e de acabamento alisado. Há, no entanto, fragmentos com decorações incisas metopadas de tipo Penha (onde são comuns as métopas reticuladas), e com decorações espinhadas, entre outros motivos incisos originais. As impressões estão representadas por bandas múltiplas de penteados horizontais ou ondulados e por séries de pequenos triângulos sobre o bojo (Fig. 7.1.1 a 7.1.5). O segundo grupo, minoritário, compreende cerâmicas com perfis carenados, troncocónicos ou em S, lisas ou com decorações plásticas em forma de mamilos achatados, motivo em V invertido e cordões horizontais, por vezes com incisões (Fig. 7.1.6 e 7.1.7). Incluímos aqui algumas bases de fundo plano.

Digno de nota é o achado de dois pesos de tear, em cerâmica (Bettencourt 2005) que poderão associar-se a qualquer um dos grupos referidos.

Achados líticos:

Os artefactos líticos são, igualmente, abundantes, na ordem das centenas (Cruz 2005) e podem ser em pedra lascada ou polida. No primeiro caso distinguimos várias pontas de seta de base côncava ou horizontal; lâminas e lamelas de secções triangulares e trapezoidais, frequentemente retocadas; uma raspadeira sobre lasca alongada e lascas retocadas. Todos estes artefactos foram executados em sílex maioritariamente local. Ocorrem, ainda, núcleos de quartzito, núcleos residuais de lamelas e inúmeras lascas simples, de descorticagem, assim como dejetos de talhe, em sílex.

No segundo caso destacamos diversos elementos moventes e dormentes de moinhos manuais (inteiros e fragmentados) e polidores, em grés, assim como inúmeros martelos (Fig. 7.2), vários machados, duas goivas e alguns polidores em anfibolito.

Terá aparecido, ainda, uma conta de colar em pedra verde (Cruz 1983).

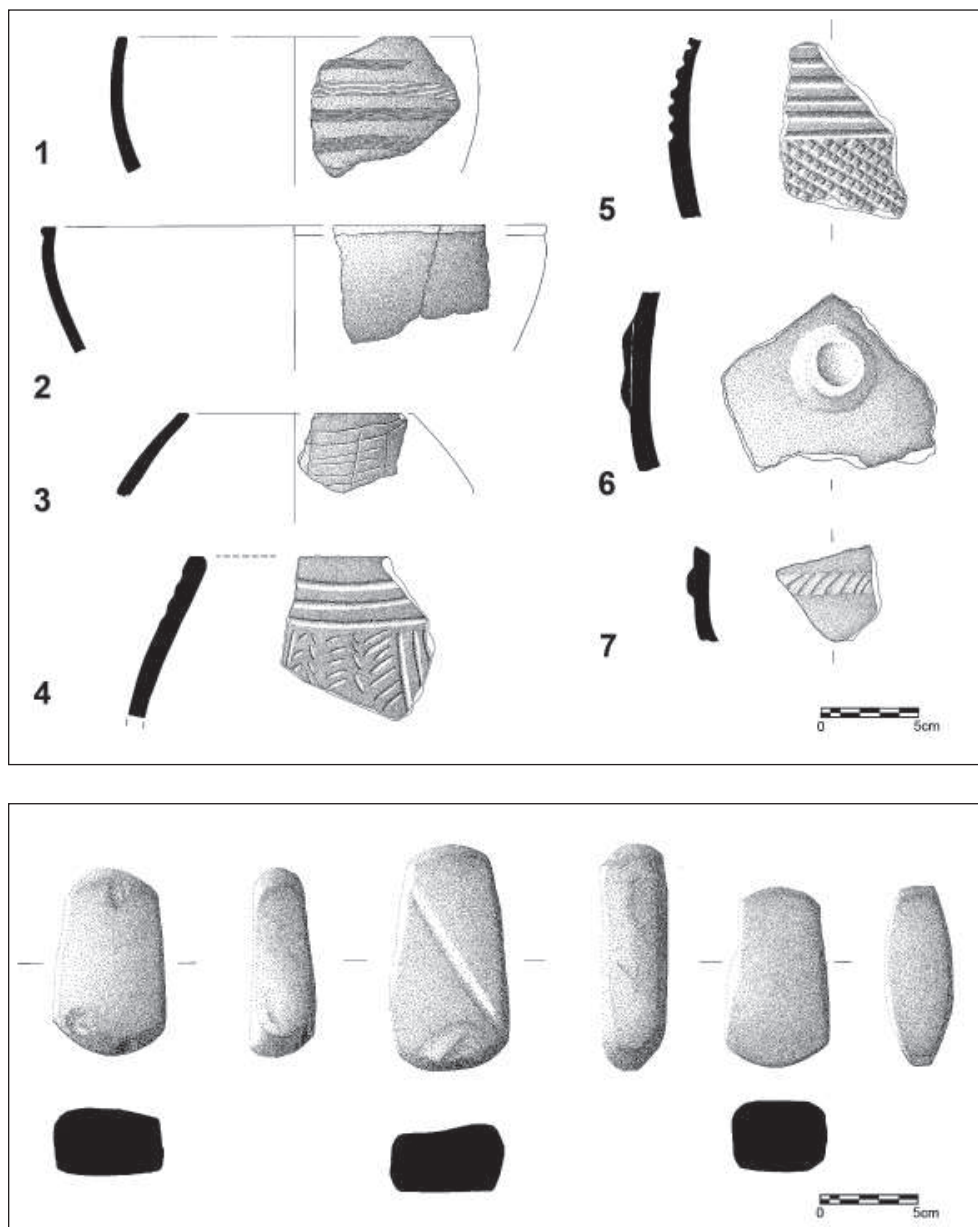



Figura 7. 1 – Recipientes cerâmicos calcolíticos (nºs 1, 2, 3, 4 e 5) e da Idade do Bronze (nºs 6 e 7) (seg. Cruz 2005); 2 – Martelos em anfibolito (seg. Cruz 2005).

Depósito do material:

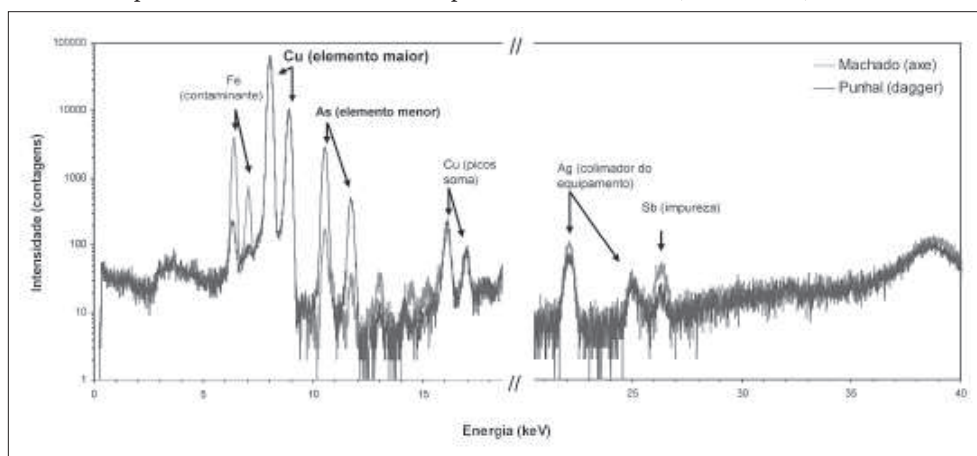
O machado é pertença do Sr. Aurelino Sequeira. O alfinete de ouro integra a coleção de ourivesaria do Museu Nacional de Arqueologia, em Belém. O pequeno machado metálico é propriedade do Sr. Mário Jorge de Oliveira. O restante material cerâmico e lítico foi depositado no Museu da Pedra, em Cantanhede. De registar, ainda, a existência de muitos artefactos em diversas coleções particulares (Cruz 2005).

4. ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ARTEFACTOS EM COBRE: METODOLOGIAS E RESULTADOS

As peças metálicas foram sujeitas a análises elementares por Espectrometria de Fluorescência de Raios X, Dispersiva de Energias (FRX), no Instituto Tecnológico e Nuclear.

As análises foram efetuadas sem preparação prévia da superfície dos artefactos, com o objetivo de obter informações quanto ao tipo de liga e principais impurezas. Foram realizadas duas leituras em áreas diferentes da superfície dos artefactos, correspondendo cada uma a uma área circular com aproximadamente 3 cm de diâmetro. Os resultados deste tipo de análise devem ser considerados semi-quantitativos uma vez que se encontram afetados pela composição da camada de corrosão. É, no entanto, um tipo de análise muito útil para a identificação do tipo de liga e particularmente para a deteção dos elementos menores, tais como algumas impurezas de liga.

O espectrómetro utilizado foi um Kevex 771, equipado com uma ampola de ródio (200W) e um sistema de alvos secundários. A descrição detalhada do

Quadro 1. Espetros de FRX do machado e do punhal de Cantanhede (Beira Litoral)

equipamento e do procedimento experimental adotado para a análise deste tipo de metais arqueológicos encontra-se publicada em P. Valério *et al.* (2006) e E. Figueiredo *et al.* (2007).

Os resultados das análises por FRX mostraram que tanto o punhal como o machado são de cobre, tendo o punhal, muito provavelmente, um teor em arsénio superior ao do machado. Em ambos os artefactos detetaram-se vestígios de antimónio.

No Quadro 1 mostram-se espetros de FRX referentes ao punhal e ao machado, onde os picos de maior intensidade são identificados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da composição química elementar das peças metálicas e as suas condições de achado permitem algumas considerações a saber:

- ambos os artefactos foram produzidos em cobre com arsénio, como elemento menor, e continham vestígios de antimónio, resultados que se enquadram nos conhecidos para utensílios de cobre do Calcolítico/Bronze Inicial da fachada ocidental da Península Ibérica;
- em ambos os contextos de achado há recipientes cerâmicos com incisões metopadas de tipo Penha, típicos do Calcolítico do Noroeste, assim como cerâmicas penteadas e espinhadas, comuns no Calcolítico e no Bronze Inicial do Nordeste, Alto Douro e Beira Alta, o que confirma as ilações cronológico-culturais anteriores;
- o estado de preservação do punhal da Tapada do Espinheiro e as suas condições de jazida (numa área de destruição de pequenas estruturas pétreas e onde se detetou, também, um recipiente cerâmico aparentemente intacto, duas lâminas de sílex retocadas e um hipotético ídolo de pedra) permite colocar a hipótese de que fosse proveniente de um contexto fechado de deposição, talvez de caráter sepulcral;
- já o contexto do machado é mais impreciso, embora possa ser oriundo de um grande recinto ocupado na longa duração (entre, pelo menos, o Calcolítico e o Bronze Inicial) e onde se terão processado diversas atividades e cerimónias que poderiam implicar a manipulação e a deposição de artefactos de cobre, de ouro, de cerâmica e de pedra, assim como o fabrico destes últimos;
- ao contrário do acervo cerâmico e dos artefactos em anfibolito de ambos os lugares, que indiciam contactos entre as populações desta região com as do Noroeste Peninsular, o punhal, de tradição meridional, permite admitir que o curso inferior do Vouga terá sido uma zona charneira no encontro de diferentes tradições culturais, durante o III milénio a.C.

NOTA

Este trabalho foi realizado no âmbito dos projetos *Metalurgia Primitiva no Território Português* – EARLYMETAL (PTDC/HIS-ARQ/110442/2008) e *Espaços Naturais, Arquitecturas, Arte Rupestre e Deposições na Pré-história Recente da Fachada Ocidental do Centro-Norte Português: das Acções aos Significados* – ENARDAS (PTDC/HIS-ARQ/112983/2009), financiado pelo Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) e comparticipados pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER, e da bolsa SFRH/BPD/73245/2010, também financiada pela FCT.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. Aurelino Sequeira o empréstimo do machado para estudo; à Dr.ª Isabel Silva, diretora do Museu Regional de Arqueologia D. Diogo de Sousa, em Braga, as facilidades concedidas no tratamento laboratorial de alguns materiais metálicos e cerâmicos; a Carlos Regêncio Macedo, Prof. Associado Aposentado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, a classificação da matéria-prima usada no fabrico dos diversos artefactos líticos e a Amélia Marques, Isabel Marques, Vítor Hugo Torres e Manuel Santos, do Museu D. Diogo de Sousa, o apoio prestado na consecução de desenhos, na consolidação de peças cerâmicas e metálicas e na fotografia de alguns artefactos.

REFERÊNCIAS

ARMBRUSTER, B. & PARREIRA, R. (1993). *Inventário do Museu Nacional de Arqueologia: Colecção de Ourivesaria do Calcolítico à Idade do Bronze*. Lisboa: IPM.

BETTENCOURT, A. M. S. (2005). O povoamento pré-histórico e proto-histórico da região de Cantanhede. In CRUZ, C. M. S. (ed.). *Carta arqueológica de Cantanhede*. Cantanhede: Câmara Municipal. p. 245-248.

BETTENCOURT, A. M. S. (2007). *Relatório sobre a disciplina de Arqueologia Pré-Histórica Peninsular II (Licenciatura em Arqueologia).* Esposende (Apresentado para Provas de Agregação à Universidade do Porto).

BETTENCOURT, A. M. S. (2010). Comunidades pré-históricas da bacia do Leça: do predador "nómada" ao agricultor sedentário. In VARELA, J. & PIRES, C. (coords.). *O Rio da Memória: Arqueologia no Território do Leça*. Matosinhos: Câmara Municipal. p. 33-88.

CRUZ, C. M. S. (1983). *Subsídios para a carta arqueológica do concelho de Cantanhede*. Coimbra (Trabalho Policopiado).

CRUZ, C. M. S. (2005). *Carta arqueológica do concelho de Cantanhede*. Cantanhede: Câmara Municipal.

DAVEAU, S. (1995). *Portugal geográfico*. Lisboa: Sá da Costa.

DINIS, P. A. (2004). *Evolução pliocénica e quaternária do vale do Cértima.* Coimbra: Departamento de Ciências da Terra. FCTUC. Dissertação de doutoramento (Inclui Carta Geológica do Vale do Cértima, escala 1:45 000).

FERREIRA, A. B. (1978). *Planaltos e montanhas do Norte da Beira – Estudo de Geomorfologia*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos nº 4.

FERREIRA, A. B. (1983). Problemas da evolução geomorfológica quaternária do noroeste de Portugal. *Cuadernos do Laboratório Xeológico de Laxe.* 5. 311-332.

FIGUEIREDO, E.; MELO, A. A. & ARAÚJO, M. F. (2007). Artefactos metálicos do Castro de Pragança: um estudo preliminar de algumas ligas de cobre por Espectrometria de Fluorescência de Raios X. *O Arqueólogo Português.* 4(25). 195-215.

GOMES, A. T. (2008). A *evolução geomorfológica da plataforma litoral entre Espinho e Águeda*. Porto: Universidade do Porto. Dissertação de doutoramento.

JORGE, S. O. (ed.) (2003). *Recintos murados da Pré-história recente: técnicas construtivas e organização do espaço. Conservação, restauro e valorização patrimonial de arquitecturas pré-histórica.* Porto/ Coimbra: FLUP/CEAUCP.

MURALHA, J. (no prelo). Escavação Arqueológica no sítio pré-histórico do Lugar da Forca (Maia). In *Actas das Iª Jornadas Arqueológicas da Bacia do Rio Leça*. *Matesinus* 6. Matosinhos: Câmara Municipal. p. 31-69.

POIARES, A. E. R. S. (1963). *Concelho de Cantanhede. Elementos para a sua história*. Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Dissertação de Licenciatura.

VALERA, A. C. N. (2006). *Calcolítico e transição para a Idade do Bronze na bacia do alto Mondego: estruturação dinâmica de uma rede local de povoamento*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Tese de doutoramento.

VALERA, A. C. N. & REBUGE, J. (2008). Datação de B-OSL para o fosso 1 do sítio Calcolítico do lugar da Forca (Maia). *Apontamentos de Arqueologia e Património*. 1. 11-12.

VALÉRIO P.; ARAÚJO, M. F.; SENNA-MARTINZ, J. C. & VAZ, J. L. I. (2006). Caracterização química de produções metalúrgicas do Castro da Senhora da Guia de Baiões (Bronze Final). *O Arqueólogo Português.* 4(24). 289-319.

VILAÇA, R. (1988). *Subsídios para o estudo da Pré-história recente do Baixo Mondego*. Trabalhos de Arqueologia 5. Lisboa: IPPC.

Resumo: O objetivo deste trabalho é o de dar a conhecer dois objetos metálicos, à base de cobre, encontrados em contextos arqueológicos distintos do curso inferior do rio Vouga e desta forma contribuir para o estudo das primeiras produções metalúrgicas na fachada ocidental do Centro-Norte português.

O primeiro artefacto, um punhal com chanfraduras na zona de encaixe, foi detetado no sítio da Tapada do Espinheiro, freguesia de Sepins, concelho de Cantanhede, num terraço localizado a NW da plataforma de Murtede-Cordinhã, sobranceira à Vala Real (rio da Tapada ou da Ponte), tributária do rio Cértima, afluente da margem sul do Vouga. O achado, detetado em trabalhos de prospeção, inseria-se numa área com cerca de 1 000 m^2 onde ocorriam manchas de terra escura, concentração de cerâmica, de artefactos em pedra polida e talhada e alguns calhaus e blocos calcários resultantes da destruição de estruturas pétreas.

A segunda peça, um machado plano, foi encontrado no topo da referida plataforma, a norte da freguesia de Sepins, concelho de Cantanhede, numa estação arqueológica de grandes dimensões sobranceira ao rio da Ponte, afluente do Cértima.

Em ambos os contextos há fragmentos cerâmicos profusamente decorados com decorações incisas metopadas de tipo Penha, típicos do Calcolítico do Noroeste português, assim como decorações penteadas e espinhadas, comuns no Calcolítico do Nordeste e no Calcolítico e Inícios da Idade do Bronze do Alto Douro e da Beira Alta, balizas cronológicas onde estas peças se poderão inserir.

Ao contrário do acervo cerâmico que indicia contactos com o Noroeste Peninsular e áreas mais interiores da bacia do Mondego, o punhal de chanfradura, de tradição meridional calcolítica, permite admitir que o curso inferior da bacia do Vouga foi uma zona charneira no encontro de diferentes tradições culturais, durante o III milénio a.C.

A composição química dos objetos metálicos, determinada por espectrometria de fluorescência de raios X, contribui para a caraterização das primeiras produções metalúrgicas na fachada ocidental Centro – Norte do país, bem como a sua contextualização na arqueometalurgia peninsular.

Palavras-chave: Baixo Vouga, Artefactos metálicos, Arqueometalurgia, Cobre, Pré-História Recente da fachada ocidental do Centro-Norte Português.

Abstract: The aim of this work is to present two metallic objects found in archaeological contexts in the lower course of the Vouga river contributing to the study of the first metallurgical productions at the western façade of the Central-North of Portugal.

The first artefact, an early dagger, was found at the site of Tapada do Espinheiro, in the Sepins surroundings, county of Cantanhede, at a terrace of the NW side of the Sepins plateau, overlooking the Vala Real (Ponte river), tributary of Cértima river, a tributary of the Vouga basin. The finding was recovered during field work, in an area of about 1 000 m^2, within which occurs patches of dark earth, concentrations of pottery, carved and polished stone artefacts and some pebbles and blocks that result from the destruction of stone structures.

The second object, a flat axe, was found in Pedrulhais, in the Sepins surroundings, county of Cantanhede, at a large archaeological site or enclusure located in the Sepins plateau overlooking the Ponte river, a tributary of Cértima, about 1.5 km East of the first.

In both contexts there are pottery fragments of the "Penha type" profusely decorated, typical of the Chalcolithic of the Northwest of Portugal, as well as pottery with combed and spines decorations, common in the Chalcolithic of the Northeast of Portugal and in the Chalcolithic and Early Bronze Age in Alto Douro and Beira Alta regions, chronological milestones where these pieces could be inserted.

Although the ceramic collection suggests contacts with the Northwest of Iberian Peninsula and areas further inland of the Mondego river, the dagger finds similarities to the Chalcolithic Southern tradition. This might be an indication that the lower course of the Vouga basin could have been an area where different cultural traditions meet during the III millennium BC.
The chemical composition of the metallic objects, determined by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry, contributes to the characterization of the first metal productions in the west façade of the Central-North of Portugal, allowing the contextualization of these findings among the Iberian ancient metallurgy.

Key-words: Lower course of the river Vouga, Metallic artefacts, Archaeometallurgy, Copper, Early Prehistory of the west façade of the Central-North of Portugal.

FIRST BRONZES OF NORTH-WEST IBERIA: THE DATA FROM FRAGA DOS CORVOS HABITAT SITE

JOÃO CARLOS SENNA-MARTÍNEZ[1]
ELSA LUÍS[2]
MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO[3]
RUI SILVA[4]
ELIN FIGUEIREDO[5]
PEDRO VALÉRIO[6]

1. LOCATION AND GEOGRAPHIC INTEGRATION

Fraga dos Corvos is a Bronze Age habitat site recently studied and located in the northwestern slope of Serra de Bornes, Eastern Trás-os-Montes (Macedo de Cavaleiros, Bragança). With an altitude of 870 m, it rises over the modern parish of Vilar do Monte which belongs to Macedo de Cavaleiros County, District of Bragança. The site geographical coordinates (Gauss) are 99.122,194 of longitude and 203.403,721 of latitude, sheet 78 of the 1:25 000 Portuguese Military Map (Fig. 1).

The hilltop of Fraga dos Corvos visually controls the Macedo de Cavaleiros basin. It is in the main traditional passes into and out of this basin that have been found the deposits of halberd copper blades (Abreiro, Carrapatas, Vale Benfeito

[1] Centro de Arqueologia (Uniarq), Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 1600-214 Lisboa, Portugal. smartinez@fl.ul.pt

[2] Centro de Arqueologia (Uniarq), Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 1600-214 Lisboa, Portugal.

[3] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

[4] Centro de Investigação de Materiais (CENIMAT/I3N), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal.

[5] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal. Centro de Investigação de Materiais (CENIMAT/I3N), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal.

[6] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

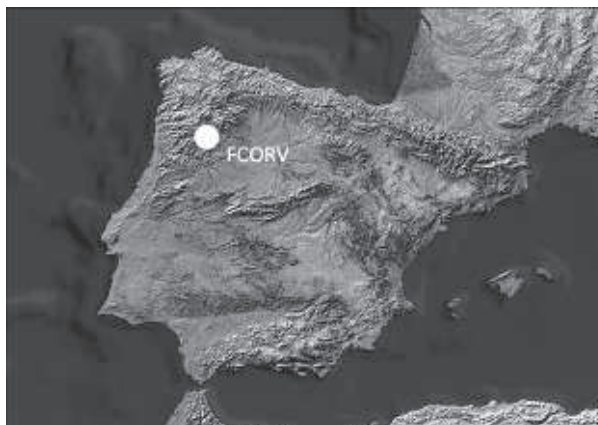



Figure 1.
Fraga dos Corvos
in the Iberian Peninsula.

and Vimioso) which gave the name to the so called Carrapatas type of the Iberian Early Bronze Age Atlantic halberds (Bártholo 1959).

The regional bedrock consists mostly of metamorphic schist, with some quartz and greywacke veins, results in very acid soils, destroying most organic evidence in the archaeological record. In the region, there are also talc schist outcrops, used for making exceptional artefacts recovered in this archaeological site (e.g. a pendant with a horse head carved; or several rectangular shaped stones with one or two central perforations thought to have an ideotechnic function).

Some ore deposits also located in the Macedo de Cavaleiros region could have been the main source of the incipient metallurgy in regional Bronze Age. Although tin ores are very frequent in alluvial placers, copper ones are rare, mainly sulphides, carbonates and oxides. The last two might have been easily recognized by prehistoric communities for their bright and greenish tones.

Water sources are also very accessible, including the rivers Sabor and Azibo, their tributary rivers and riversides. In each side of the site we can find two streams, Vale de Nogueira and Ribeirinha, which should have been the main water sources for the archaeological site.

The main vegetation species are, *Quercus pyrenaica wild* (Pyrenean oak) and *Quercus ilex L. ssp. Rotundifolia* (Lam.) (holmoak).

2. STRATIGRAPHY AND OCCUPATION PHASES

Three diagnostic trial trenches were opened at the beginning of the excavation, on the northern platform of the hilltop (Sector A). The first one did not reveal any occupation evidence besides a few ceramic fragments. Therefore, all significant archaeological data come from enlarging Areas 2 and 3.

Figure 2.
Fraga dos Corvos. Plan of Area 3 with the structures excavated:
A – Fire pit under the porch ("Hut" 6);
B – Sand-box.

Area 3, with 36 m^2 opened between 2003 and 2006, revealed a single occupation phase integrating evidence for three housing structures (or "Huts"), defined by floors limited by postholes (Fig. 2):

- "Hut 2" is a small and sub-circular construction (about 3 m of diameter), limited by 13 postholes and with a central bigger one;
- "Hut 4" is bigger and ellipsoidal in shape, with axes of 4 m x 3,2 m, limited by 20 postholes and containing also a central bigger one (Senna-Martinez, Ventura & Carvalho 2005). In 2005 field season we finished digging the floor of Hut 4. To build the hut, the local schist substrate was artificially excavated in order to accommodate its southern end. This part of the hut floor contai-ned a negative structure of oval configuration (Stratigraphic Unit 57 – UE.57

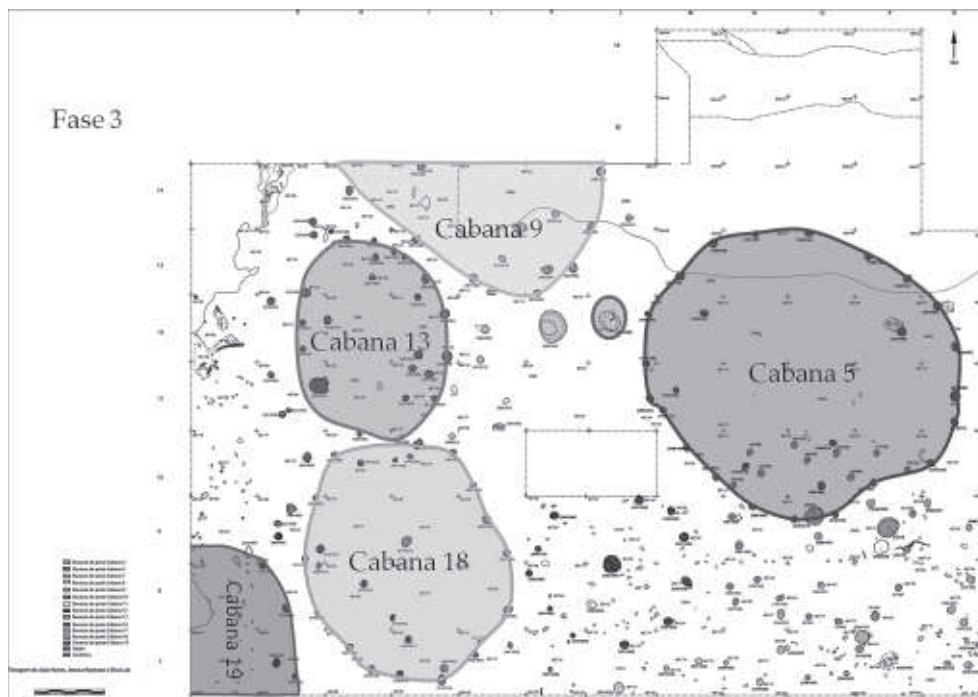



Figure 3. Fraga dos Corvos. Plan of the Phase 3 interface with the excavated structures.

– with axes measuring 88 cm x 77 cm and of about 20 cm of depth), filled with blackened sands, containing ashes (UE.58) and delimited by a ring of small stones (Fig. 2);
– What we designated as "Hut 6" (excavated in 2006 – Fig. 3) is a quadrangular structure (c. 4 m x 4 m), adjacent to the western limit of Hut 4, limited by four corner postholes and with a central ovoid depression filled with termoclasts, slag, some broken pottery sherds, tinny pieces of charcoal and the broken cover half of a mould in stone, thus configuring a very probable "fire pit".

Around the oval negative structure of "Hut 4" northwestern side were found 3 smelting nodules (prills) of bronze, 71 non metallic vitrified fragments, 1 crucible fragment with traces of Cu and Sn, 2 fragments of stone moulds for awls, and 1 piece of bronze sheet. We think that this structure is what is left of a sand box to put moulds in to be filled with molten metal.

"Hut 6" is probably a porch giving protection from the elements to the fire pit under it. From the immediate surroundings of the fire pit come 3 pieces of vitrified non metallic elements and 2 other mould fragments.

All the other archaeological materials from the pavements of these 3 "Huts" are related to a domestic environment.

Area 2, with 103 m^2 opened between 2003 and 2010, allowed the identification of at least six occupation phases, integrating evidence of housing structures, defined by floors limited by postholes, in association with pits, fireplaces and archaeological materials related to domestic environments.

Evidence for the first topmost occupation phase is scanty with only the lower part of the postholes of "Hut 7", presenting no remains of any layer (or occupational floor) in association with them.

The second phase corresponds generically to stratigraphic unit (S.U.) [109=278] which is perforated by postholes delimiting six "Huts" (3, 8, 10, 12, 16 and 17). The drawing of a complete layout for these habitation structures was only possible in "Huts" 3, 12 and 10. The first two are sub-circular ("Hut 3" about 3 m in diameter, delimited by 16 postholes, while "Hut 12" is about 2,5 m in diameter with 11 postholes, both have a larger central posthole) and "Hut 10" is ellipsoidal (with 3,5 m x 2,5 m, delimited by 12 postholes and with two central ones).

The third occupation phase (Fig. 3) corresponds generically to S.U. [151=280] which is perforated by postholes delimiting another six "Huts" (5, 9, 11, 13, 18 and 19). An approximate plan was possible to reconstruct for three of them: "Huts" 5, 13 and 18. Between "Huts" 5 and 9 lie two small pits [292/293] and [228/229], the second one was full of vitrified items.

The fourth phase corresponds generically to S.U. [287], integrating just some individual postholes and a small pit [579/575].

The fifth occupation phase corresponds to S.U. [152], integrating a few individual postholes, a fireplace [437], a pit [590], being unclear the contemporaneity between their utilization and layer [152].

The stratigraphic sequence under this phase is still under study.

3. CULTURAL INTEGRATION

The cultural environment documented comprises a manual pottery industry with typical First Bronze Age types (sub-spherical bowls, conic open vessels with flat bottoms, carinated bowls, deep storage and cooking jars with everted rims and flat bottoms, etc.). A small part (between 2% and 16% in the several phases) of the vessels identified is decorated with a mixture of motifs of epi-bell-beaker geometric comb-stamped type and motifs of "Cogeces or Protocogotas type". Sometimes both decoration types are combined both in the inside and the outside surfaces, with alternate metopas either with comb-stamped geometric motifs, or

with herringbone motifs incised or side punctuated, both types of decoration being sometimes incrusted with white burnt bone paste (Luís 2010, p. 55-61).

The lithic industry uses local rocks (mostly schist, quartz, quartzite and granite – Matos 2011) to produce a variety of denticulate sickle-blades, scrapers, borers, etc.

Mainly from the fifth stratigraphic phase, comes fragmented bone evidence of a macro fauna consumption, with preliminary evidence of the presence of bovids, ovi-caprids, either pig or wild boar and deer.

The association, in all areas so far excavated, of pottery decorated in an epi-bell-beaker tradition with vessel types and decorations typical of the "Cogeces World" constitutes a strong argument to situate chronologically this habitat in a relatively early period of the First Bronze Age (approximately 1750-1250 BC).

4. ARCHAEOMETALLURGICAL RESULTS[7]

4.1. Area 3

The interpretation of "Huts" 4 and 6 as a melting area devoted to the production of artefacts made of binary bronze (Senna-Martinez *et al.* 2010) strongly suggested through the analysis of the archaeographic data is supported by the analytical results achieved. Table 1 (adapted from Figueiredo 2010) summarizes the results of EDXRF, Micro-EDXRF and OM analysis of the artefacts of this area.

Table 1

Nº	Item	Composition (wt.%)							Production method	Phases present
		Cu	Sn	Pb	As	Sb	Fe	Ni		
FCORV-194	Prill (?)	+++ 86.0±9.2	++ 13.9±9.1	Vest. 0.18±0.05	n.d. n.d.	n.d. -	+ <0.05	n.d. n.d.		α, δ↓
FCORV-660	Prill	+++ 88.9±0.7	++ 10.8±0.7	+ 0.25±0.02	n.d. <0.1	Vest. -	+ <0.05	n.d. n.d.		A
FCORV-781	Prill	+++ 88.2±2.1	++ 11.6±2.1	Vest. 0.18±0.05	n.d. n.d.	Vest. -	+ <0.05	n.d. n.d.		α, δ↓
FCORV-849	Blade frgm.	+++ 90.3±0.3	++ 9.1±0.3	+ 0.62±0.14	n.d. n.d.	Vest. -	+ <0.05	n.d. n.d.	C+D+T+D↓	A

EDXRF results +++ >50%; ++ 10-50%; + 1-10%; vest. (Vestiges) <1%; n.d. not detected
C cast; D deformation/forged; T heat treatment/annealed; ↓ low amount; ↑ high amount

[7] The entire field recovered archaeometallurgical data (up to 2009) was studied by the METABRONZE Project (*Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age* – POCTI/HAR/58678/2004), current studies (from 2010) are being carried out under the EARLYMETAL Project (*Early Metallurgy in the Portuguese Territory* – PTDC/HIS-ARQ/110442/2008) both financed by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

The smelting nodules or prills (FCORV-194, FCORV-660 and FCORV-781) show deep intergranular corrosion as well as coarse microstructure which developed under slow cooling rates. The deeper intergranular corrosion observed in these nodules when compared to the other metallic items of Fraga dos Corvos is most likely related to a less homogenised microstructure, a result of absence of thermo-mechanical processing. Their composition and structure militates in favour of their possible production through a co-smelting process.

All the artefacts are made of binary bronze, with an average for Sn content of 11.9 ± 2.1%. As previously brought up by the study of the nodules from *Baiões* (Figueiredo *et al.* 2010), the regularity of Sn content in the prills (in the range of the metal artefacts and fragments analysed, as in the blade fragment FCORV-849) would not be expected if the prills were a result from a primitive co-smelting operation. However, on the other hand, the coarse microstructures of the prills, which resulted from slow cooling rates, do suggest a product of such a smelting operation.

The crucible fragment (FCORV-691) EDXRF analyses results showed strong peaks of Cu, Pb and Sn, indicating that it was used for metallurgical activities.

The vitrified products show evidences that they have been submitted to high temperatures. Thermodynamic calculations, by Filipa Geirinhas and Miguel Gaspar (Geirinhas *et al.* in press), using *Quilf* 95, based on the chemical composition of spinels and olivines, showed melting temperatures above 1100°C, compatible with the presumed metallurgical processes.

The contextual dispersing of all the analysed elements in the area between the sand box of "Hut 4" and the fire pit (under its porch) does strongly support the interpretation of these structures as a melting area dedicated to the production of binary bronze artefacts.

4.2. Area 2

In Area 2 there is archaeometallurgical evidence in contexts from phases 2, 3 and 5. Table 2 (adapted from Figueiredo 2010) shows the results of EDXRF, Micro-EDXRF and OM analysis of the artefacts of this area (Fig. 4).

Table 2

Phase	Nº	Item	Composition (wt.%)							Production method	Phases present
			Cu	Sn	Pb	As	Sb	Fe	Ni		
2	FCORV −1517	Bar frgm.	++ 84.4±2.7	++ 13.9±2.4	++ 1.6±0.6	n.d. n.d.	Vest. -	+ <0.05	n.d. n.d.	C+D+T+D↑	α
3	FCORV −1381	Undeterm. frgm.	+++	++	n.d.	Vest.	n.d.	+	n.d.		
3	FCORV −1407	Wire (?) frgm.	+++ 98.7±0.7	+ 1.3±0.2	Vest. n.d.	+ 0.50±0.3	Vest. -	+ <0.05	n.d. n.d.	C+D+T	α-copper
5	FCORV −1807	Spatula (?)	++	++	++	n.d.	vest.	++	n.d.	C+D+T+D	α

EDXRF results +++ >50%; ++ 10-50%; + 1-10%; vest. (Vestiges) <1%; n.d. not detected
C cast; D deformation/forged; T heat treatment/annealed; ↓ low amount; ↑ high amount

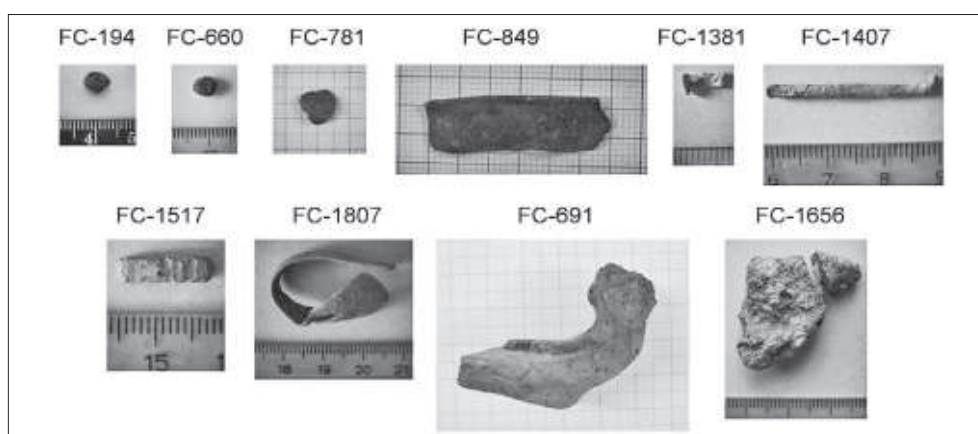



Figure 4. Some of the studied artefacts from Fraga dos Corvos (Figueiredo 2010, fig. 3.73 adapted).

Phase 2 besides a small bar fragment of binary bronze obtained by forging a cast element, revealed a rim fragment from a vessel with adherent slag (FCORV-1656). The EDXRF analysis of this fragment showed strong peaks of Cu, Pb and Sn, indicating that it was used for metallurgical activities. Typological analysis of the rim strongly suggests that it is not part of a crucible, as in the case of FCORV-691, but it probably belonged to an open vessel like a bowl.

Otherwise, from Phase 3 comes an unidentified fragment of binary bronze, a bit of wire made of Cu with impurities[8], another vessel rim (FCORV-1706 – probably

[8] That could have been used to be cut to produce rivets, as documented in LBA Baiões/Santa Luzia metallurgy (Senna-Martinez *et al.* this volume).

a bowl) with vitrified adherences and several other vitrified elements (Fig. 5).

Finally from phase 5 comes a probable spatula of bronze and a fragment of a stone mould halve made of talc schist, very much similar to a complete mould from Corga da Mela (Erosa, A Gudiña, Ourense) (Taboada Chivite 1973) both for axes of Bujões type and chisels.

As in Area 3, the vitrified elements and the bowl rim with adherences document melting temperatures above 1100°C.

The two rim fragments from phases 2 and 3 can be perceived as fragments of open-vessels used to co-smelt Cu and Sn ores, probably with Pb as one of the impurities, as suggested by the compositional analysis of the metal artefacts from Fraga dos Corvos.

Figure 5. Fraga dos Corvos. Cut profile of bowl rim fragment with vitrified adherences (FCORV-1706).

4.3. Ore Provenance

A preliminary study on determination of the possible origin of the copper ores used in Fraga dos Corvos metal artefacts was developed in 2007/2008 (Geirinhas *et al.* in press).

As referred above, tin is not a problem as it abounds locally. Copper, however, is a different question. Taking in consideration that in the First Bronze Age of Iberia there is no evidence for the processing of copper sulphides, which knowhow seems to be introduced by the Phoenicians, the only source regionally available of copper carbonates and oxides would have been secondary copper enriched gossans which might have been easily recognized by prehistoric communities for their bright and greenish tones.

Two geological formations were sampled: "*In the Junqueira area outcrops the Pombais Unit characterized by basic metavolcanic rocks and greenschists affected by internal thrusting. The thrusts are often underlined by well developed gossans (20-50 cm). Cu mineralization occurs as fine disseminated chalcopyrite or as malachite filling the gossan pores and the greenschists foliation, and copper sulphates along fault planes*"; "*Ponte do Azibo is a wedge-shaped outcrop of garnet-rich amphibolites, 3 to 4 m wide and a few dozens of meters long, mineralized with chalcopyrite, pyrite and marcasite*" (Geirinhas *et al.* in press).

The artefacts sampled where the three prills and blade fragment from Area 3 (FCORV-194, 660, 781 and 849) and the bar and wire fragments from Area 2 (FCORV-1517 from phase 2 and 1407 from phase 3).

"*The Cu isotopic signature of copper mineral separates, from Junqueira and Ponte do Azibo, and Fraga dos Corvos metallic artefacts was measured at University of Bristol by high-resolution Multi-Collector ICP-MS (MC-ICPMS), after acid digestion and Cu chromatography following the procedures of Archer (2007)*" (Geirinhas *et al.* in press). Table 3 resumes the results.

Sample	Material	$\delta^{65}Cu$*
Archaeological materials		
FCORV-194	Bronze nodule	-8,26
FCORV-781	Bronze nodule	-8,37
FCORV-781 repeat	Bronze nodule	-8,34
FCORV-660	Bronze nodule	-0,90
FCORV-849	Bronze Blade Fragment	-1,91
FCORV-1517	Bronze Bar Fragment	-0,46
FCORV-1407	Cu String Fragment	-0,61
FCORV-1407 (duplicate)	Cu String Fragment	-0,63
Ponte do Azibo		
FA-03	Chalcopyrite	-0,89
FA-03 (duplicate)	Chalcopyrite	-0,90
FA-03 repeat	Chalcopyrite	-0,85
FA-04	Chalcopyrite	-1,09
Junqueira		
JQ-01B	Cu-sulfate	-0,08
JQ-03-02A	Malachite	1,56
JQ-03-02A (duplicate)	Malachite	1,65
JQ-03-10	Malachite	0,79

* Analysis precision of 0.08‰

Table 3
(Geirinhas *et al.* in press)

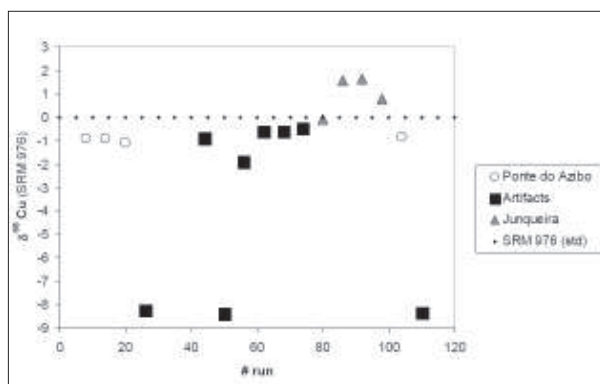



Figure 6.
Cu isotopes of Fraga dos Corvos artefacts and mineral separates from nearby Cu occurrences (Geirinhas *et al.* in press).

Archaeological materials show a large spread in Cu isotopic ratios (δ^{65}Cu from −8.37 to −0.46 –Table 3). The clustering of the δ^{65}Cu values suggests at least a couple of Cu sources and/or mixing of ore materials (Fig. 6).

The δ^{65}Cu values for the copper ore samples from Junqueira are heavier than the studied archaeological materials and therefore unlikely to be a local ore source. The δ^{65}Cu values for the samples from Ponte do Azibo partially overlap some of the artefacts but cannot account for their entire Cu isotopic range. These results seem to reveal a foreign copper source, at least for the artefacts group with the lowest Cu ratios.

5. CONCLUSIONS

The archaeological data from Fraga dos Corvos, namely the characteristics of the studied structures, the small amount of melting leftovers recovered, the even smaller amount of metal so far recovered in the excavated areas, all point towards a very small operational scale for metal production within the site. All this takes place in a cultural environment chronologically compatible with the dissemination of the axes of Bujões/Barcelos type (c. 1750-1500 BC) for which the mould fragment FCORV-2220 documents a very probable local production.

Otherwise, the published data for the grossly contemporary site of Sola (Braga, Minho) (Bettencourt 2000), as well as what is known for Galicia (Comendador 1997, 2008), shows that the inception of binary bronze production was a larger phenomenon taking place in all of Northwest Iberia within the above mentioned chronological frame.

The probable melting work area for binary bronzes represented by the contexts of "Huts 4 and 6" (Area 3) is complemented by the data from phases 2, 3 and 5 of Area 2, allowing us to put forward the possibility of local smelting by co-reduction of copper and tin ores in open-vessel to produce binary bronze prills. To this we must also add the possibility of the importing of bronze prills, as source material for local melting as suggested by the results of the copper provenance analysis.

The regularity of Sn content, both in prills and artefacts, is remarkable taking into consideration the very simple technology used and the empirical constraints on copper ore selection (that we supposed was made mainly by colour).

For now, all the archaeological and archaeometallurgical data from Fraga dos Corvos are consistent with a very small scale of production performed inside the settlements, at a "domestic" and "part time" level, thus reinforcing our previously suggested uneconomic nature of metal production during the regional First Bronze Age (Senna-Martinez *et al.* 2010).

The early production of binary bronze attested for Northwestern Iberia is compatible with a technological introduction from northwest to southeast of the

Iberian Peninsula as proposed by Fernández-Miranda, Montero Ruiz and Rovira Llorens (1995), as well as allowing us to propose a western route for its diffusion southwards that will probably reach Portuguese areas south of the Tagus river basin only at the beginning of the Late Bronze Age (Senna-Martinez *et al*. this volume).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been carried out in the framework of the project METABRONZE (Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age) financed by the Portuguese Science Foundation (FCT) (POCTI/HAR/58678/2004). The second author acknowledges the FCT for the SFRH/BD/72369/2010 grant. E. F. acknowledges the FCT for the SFRH/BD/27358/2006 and SFRH/BPD/73245/2010 grants. CENIMAT/I3N funding by FCT/MCTES is acknowledged by RJCS.

REFERENCES

ARCHER, C. (2007). *The development and application of transition metal isotopes to biogeochemical studies of the early Earth*. University of Bristol. PhD thesis.

BÁRTHOLO, M. L. (1959). Alabardas da época do bronze no Museu Regional de Bragança. In *Actas e Memórias do I Congresso Nacional de Arqueologia*. Lisboa: Instituto de Alta Cultura. 1. p. 431-439.

BETTENCOURT, A. M. S. (2000). *O povoado da Idade do Bronze da Sola, Braga, Norte de Portugal*. Cadernos de Arqueologia. Monografias 9. Braga: Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho.

COMENDADOR, B. (1997). *Los inicios de la Metalurgia en el noroeste de la Península Ibérica*. Universidad de Santiago de Compostela. Area de Prehistoria. PhD thesis.

COMENDADOR-REY, B. *et al.* (2008). Early Bronze Technology at Land's End, North Western Iberia. In PAIPETIS, S. A. (ed.). *Science and Technology in Homeric Epics*. Springer. p. 113-131.

FERNÁNDEZ-MIRANDA, M.; MONTERO RUÍZ, I. & ROVIRA LLORENS, S. (1995). Los primeros objetos de bronce en el Occidente de Europa. *Trabajos de Prehistoria*. Madrid. 52(1). 57-69.

FIGUEIREDO, E. (2010). *A Study on Metallurgy and Corrosion of Ancient Copper-Based Artefacts from the Portuguese Territory*. PhD Thesis in Conservation and Restoration, Conservation Sciences. New University of Lisbon.

FIGUEIREDO, E.; SILVA, R. J. C.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; ARAÚJO, M. F.; FERNANDES, F. M. B. & VAZ, J. L. I. (2010). Smelting and recycling evidences from the Late Bronze Age habitat site of Baiões (Viseu, Portugal). *Journal of Archaeological Science*. 37. 1623-1634.

GEIRINHAS, F.; GASPAR, M.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; FIGUEIREDO, E.: ARAÚJO, M. F. & SILVA, R. J. C. (in press). Copper isotopes on artifacts from Fraga dos Corvos First Bronze Age habitat site and nearby Cu occurrences: an approach on metal provenance. *Actas V Symposio Internacional «Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo»*. León (Spain). 2008.

LUÍS, E. (2010). *A Primeira Idade do Bronze no Noroeste: O conjunto cerâmico da Sondagem 2 do Sítio da Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros)*. University of Lisbon. MA thesis in Archaeology.

MATOS, D. (2011). A Exploração do Quartzo e do Xisto: a indústria lítica do sítio de habitat da 1ª Idade do Bronze da Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros). *Cadernos Terras Quentes*. 8. 47-54.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2007). Aspectos e Problemas das Origens e Desenvolvimento da Metalurgia do Bronze na Fachada Atlântica Peninsular. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 15. 119-134.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; VENTURA, J. M. Q. & CARVALHO, H. A. (2005). A Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros): Um sítio de habitat do «Mundo Carrapatas» da primeira Idade do Bronze em Trás-os-Montes Oriental. *Cadernos Terras Quentes*. 2. 61-81.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; VENTURA, J. M. Q.; CARVALHO, H.; ARAÚJO, M. F.; FIGUEIREDO, E. & VALÉRIO, P. (2010). «Melting the Power» – The Foundry Area of Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros, North-Eastern Portugal). In BETTENCOURT, A. M. S.; SANCHES, M. J.; ALVES L. B. & FÁBREGAS VALCARCE, R. (eds.). *Conceptualising Space and Place. On the role of agency, memory and identity in the construction of space from the Upper Palaeolithic to the Iron Age in Europe*. BAR International Series 2058. Oxford: Archaeopress. p. 111-117.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; FIGUEIREDO, E.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. J. C.; VALÉRIO, P. & VAZ, J. L. I. (2011). Metallurgy and Society in "Baiões/Santa Luzia" Culture Group: Results of the METABRONZE Project. In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I. F. P. & CARVALHO, J. (coords.). *Povoamento e Exploração dos Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 409-425.

TABOADA CHIVITE, J. (1973). Los moldes de Erosa. In *XII Congreso Nacional de Arqueología. Jaén, 1971.* Zaragoza. p. 227-235.

Abstract: The evidences of binary bronze production, recently stated for domestic contexts in two sites of Northern Portugal, dated of the second millennium's second quarter, provoked an important change in our comprehension of its origins and dispersal in the western Iberian seabord (Comendador *et al.* 2008; Bettencourt 2000; Senna-Martinez 2007).

The Fraga dos Corvos habitat excavation and study (8 field seasons, 2003/2010, with 137 m^2 of open area) allowed the identification of binary bronze foundry areas (melting and probably smelting as well – Senna-Martinez *et al.* 2010), including metallurgical leftovers, a crucible and molds.

The data obtained, together with the study of the 19 domestic structures ("huts") distributed among five stratigraphic phases all attributed to a second phase of the First Bronze Age (c. 1750-1250 a.C.), allow us to perspective the metallurgical production in its technical and social context.

The metallurgical working areas of Fraga dos Corvos, together with the data from Sola habitat (Braga) and their probable association to the production of axes of Bujões/Barcelos type allow us to consider the processes of dispersal of bronze artefacts production southwards from their northern prototypes.

Key-words: Fraga dos Corvos, Northern Portugal, First bronze artefacts, Archaeometallurgy.

Resumo: A descoberta e estudo, em dois arqueosítios do Norte Português, de evidências de produção de bronzes binários em contextos domésticos, datados do segundo quartel do 2º milénio cal a.C., veio provocar uma mudança importante na perspectivação da origem e difusão da respectiva tecnologia no território hoje português (Comendador *et al*. 2008; Bettencourt 2000; Senna-Martinez 2007).

A escavação e estudo do arqueosítio da Fraga dos Corvos (8 campanhas, 2003/2010, com 137 m^2 de área aberta) permitiram identificar áreas de fundição de bronze (e, possivelmente, de redução – Senna-Martinez *et al.* 2010), com os respectivos restos de fundição, de cadinho e moldes. Em conjunto com o estudo das 19 estruturas habitacionais ("cabanas") até hoje identificadas no conjunto de cinco fases estratigraficamente reconhecíveis, todas atribuíveis a uma segunda etapa da Primeira Idade do Bronze (c. 1750-1250 cal AC), tais evidências arqueometalúrgicas permitem inserir a produção metalúrgica nos respectivos contextos tecnológico e social.

As "áreas de fundição" da Fraga dos Corvos, juntamente com os dados obtidos no habitat da Sola (Braga), e a sua provável associação à produção de machados do Tipo "Bujões/Barcelos" permitem agora encarar a produção dos primeiros bronzes do Centro e Sul portugueses a partir dos seus protótipos "Transmontanos e Minhotos".

Palavras-Chave: Fraga dos Corvos, Norte de Portugal, Primeiros bronzes, Arqueometalurgia.

PRODUÇÃO E PRÁTICAS METALÚRGICAS DA IDADE DO BRONZE NO NOROESTE PORTUGUÊS: O CASO DO PEGO, BRAGA

HUGO ALUAI SAMPAIO[1]
ANA M. S. BETTENCOURT[2]

"*…landscape is relational, and it would follow from this that people do not simply label places with meanings that they "think up". Meaning is produced in the dynamic working of the relationships between people, things, and places*"

Julian Thomas (2001, p. 180)

"*Places constitute bodies, and vice versa, and bodies and places constitute landscapes. Places gather together persons, memories, structures, histories, myths and symbols. Mental and material, symbolic and practical, wild and domestic, they constitute landscapes, collections of place-bound structures and meanings*"

Christopher Tilley (2004, p. 25)

1. OBJECTIVOS

O principal objectivo deste trabalho é contribuir para o conhecimento das práticas metalúrgicas da Idade do Bronze do Noroeste português nos seus aspectos técnicos, contextuais e deposicionais. Para isso, centrámos o nosso estudo nas evidências directas ou indirectas dessas actividades existentes no sítio arqueológico do Pego, em Braga. A base de trabalho foi a análise de fragmentos pertencentes a quatro moldes cerâmicos, exumados durante os trabalhos de escavação ali decorridos

---

[1] Doutorando da Universidade do Minho. Bolseiro da FCT. Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. hugoaluai@gmail.com

[2] Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. anabett@uaum.uminho.pt

desde 2003. Posteriormente, articulámos estes resultados com as particularidades do Pego no contexto da Idade do Bronze regional, e com outros lugares deste período conhecidos na bacia do rio Ave, por onde era admissível que as comunidades tivessem circulado no decurso das suas actividades.

2. CORPO TEÓRICO

Para a realização deste artigo tivemos em conta os conceitos de paisagem, de lugar e de rede de lugares que explicitaremos de forma resumida.

Na senda de Tim Ingold (2001), aceitamos paisagem como algo de dinâmico e complexo. Mais do que o conjunto das características físicas será, também, o resultado da agência humana e da percepção que as comunidades obtêm do mundo em que estão imersas. Na mesma perspectiva Julian Thomas (2001, p. 175) refere que a paisagem corresponde ao somatório das características "naturais" e "culturais" com as "recordações" decorrentes dos relacionamentos contínuos entre gerações e destas com o meio.

Ganhando consciência de pertença a determinados espaços as comunidades que o habitam concebem "lugares" com os quais estabelecem uma relação emocional particular e de significância, o que lhes facilita a reprodução das relações sociais e a sua incorporação com o meio (Williams 1983; Ingold 1986; Tilley 1994; Brück & Goodman 2001). Os lugares ao ancorarem memórias de acontecimentos passados e presentes (como usos, práticas, eventos, cerimónias, etc.) tornam-se, normalmente, referências na longa duração (Ingold 1993; Barrett 1994; Brück & Goodman 2001; Campelo 2009) embora, por vezes, sejam arqueologicamente imperceptíveis por terem permanecido fisicamente inalterados (Bradley 2000).

Ao longo da sua existência, as comunidades movem-se numa rede de lugares com significados distintos mas complementares. Como referem J. Brück e M. Goodman (2001, p. 12) "*different places that people encounter over the course of their life-histories all contribute to the construction of selfhood…*". Deste modo, a paisagem corresponde a uma rede de lugares interconectados que vão sendo revelados gradualmente às pessoas através do seu percurso de vida e no decurso das suas actividades e interacções habituais com o meio (Thomas 2001, p. 173).

3. O LUGAR DO PEGO

3.1. Localização, caracterização física e contexto arqueológico

Situado na rua da Idade do Bronze do lugar do Souto, na freguesia da Cunha, no concelho e distrito de Braga, segundo Carta Militar de Portugal, folha 69, à

escala 1:25 000, às coordenadas geográficas de 41º 29' 41" N de Latitude, 8º 30' 10" W de Longitude e a cerca de 140/150 metros de altitude, o Pego ocupa uma pequena colina anexa à ribeira da Levegada, afluente do rio Este, na bacia do rio Ave (Fig. 1a e 1b).

Com boas condições de visibilidade para o vale aluvionar da referida ribeira, posicionado a Sul e Este, segundo a Carta Geológica de Portugal, folha 5-C, à escala 1:50 000, o seu substrato rochoso é maioritariamente constituído por granitos porfiróides de grão grosseiro a médio (Fig. 2b), os quais afloram pontualmente à superfície.

A cerca de dez quilómetros para Su-Sudoeste encontram-se as Pedras Negras, no Monte das Antas dos Cavalões, em Vila Nova de Famalicão, cuja mancha de rochas silúricas metamorfizadas é rica em jazidas de estanho (C.G.P., folha 5C, escala 1:50 000) (Fig. 2b e 2c).

O coberto vegetal era maioritariamente arbóreo e arbustivo, incluindo eucaliptos, pinheiros bravos, carvalhos, castanheiros, sobreiros, espinheiros e pirliteiros, e giestas, tojos, silvas, fetos, estevas e urzes, respectivamente. Actualmente, e à medida que as escavações avançam, o local vai sendo urbanizado.

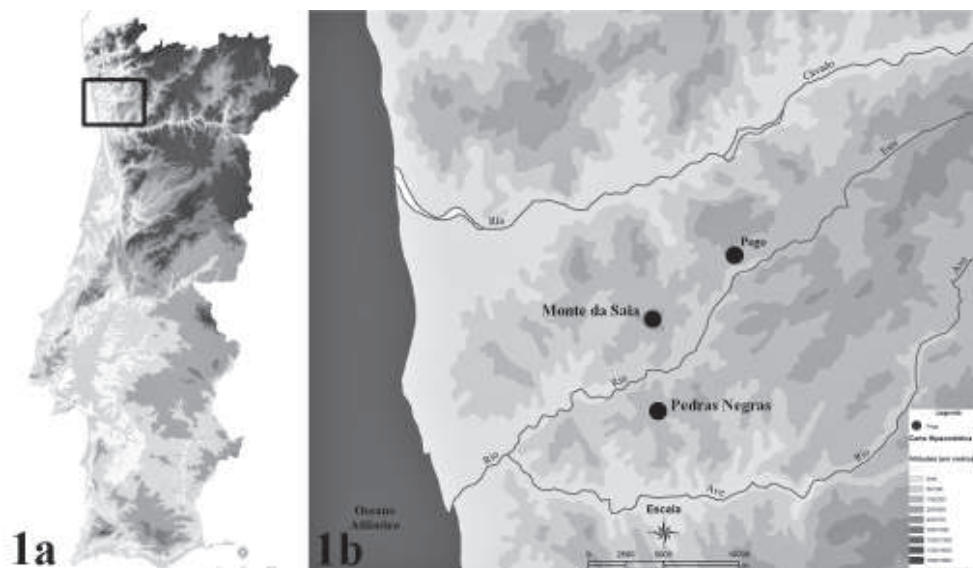



Figura 1. a – Localização da área no Norte de Portugal; b – O Pego, o Monte da Saia e o Monte de Anta de Cavalões (Pedras Negras) no Noroeste português (mapa: Luís Sousa).

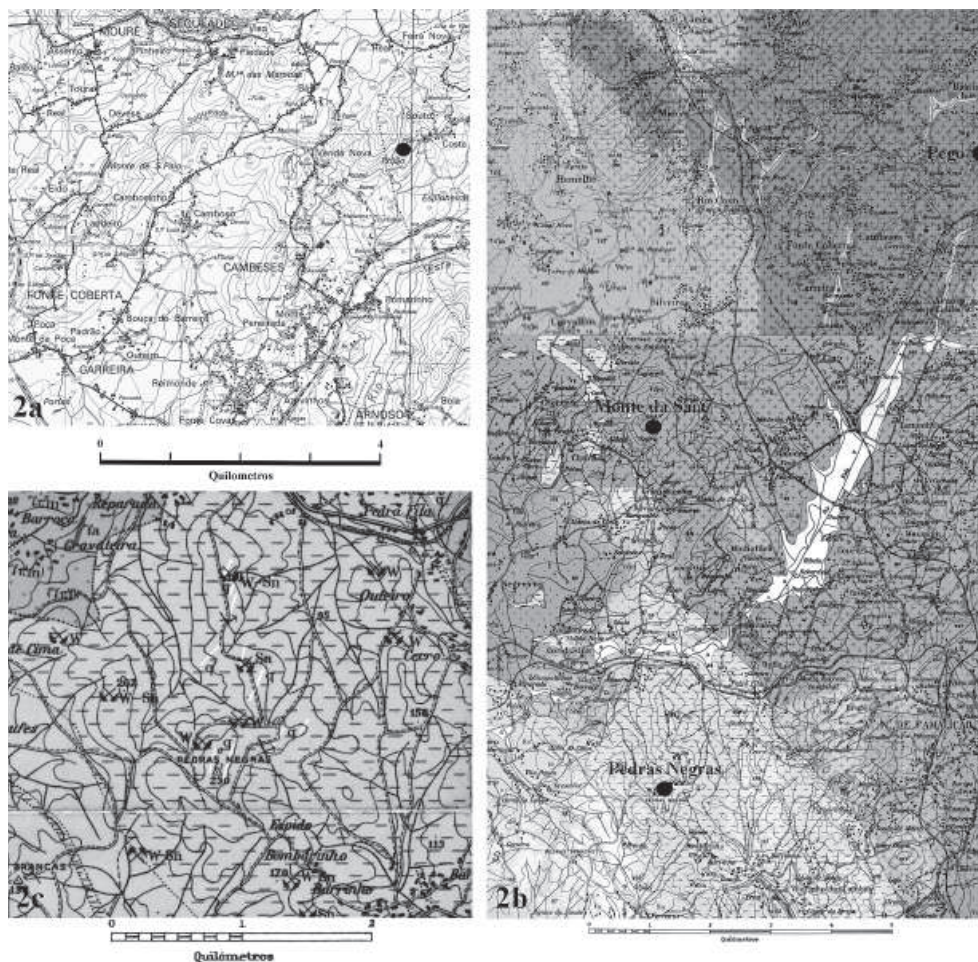
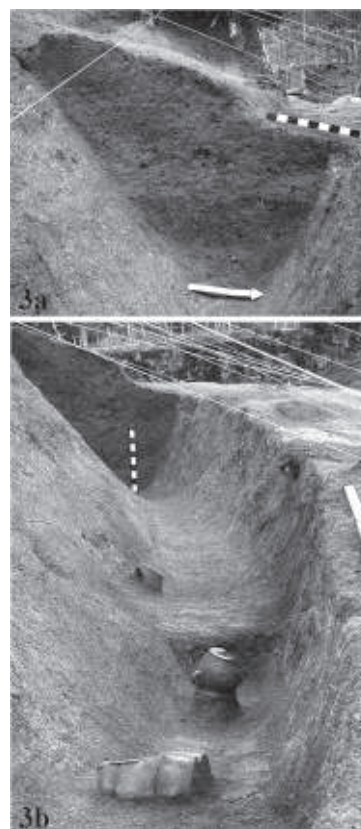



Figura 2. a – Excerto de C.M.P., fl. 69, 1:25 000, com localização do Pego; b – Excerto de C.G.P., fls. 5-C e 9-A, 1:50 000, localizando o Pego, as Pedras Negras e o Monte da Saia; c – Pormenor das Pedras Negras (C.G.P., fl. 9-A, 1:50 000).

3.2. Características gerais e organização espacial

A ocupação humana mais antiga do local remonta à Idade do Bronze Médio, com reocupações, talvez cíclicas e descontinuadas até ao Bronze Final, estendendo-se no entanto, ainda que de forma pouco expressiva e descontínua, até à Idade Moderna.

Para além de um conjunto de estruturas escavadas em negativo no substrato rochoso típicas das ocupações deste período – que incluem buracos de poste, valados, alinhamentos de pedra – e cerâmicas bem cozidas e fabricadas à roda, o conjunto de dados maioritariamente representado é da Idade do Bronze, apesar

Figura 3.
a – Estratigrafia do enchimento da vala perimetral (Sector V);
b – Trecho Nor-Noroste da vala perimetral (Sector V).

da deterioração dos níveis de ocupação/abandono motivada por vários processos pós-deposicionais[3].

Com uma área de dispersão de estruturas e de materiais superior a 750 m², distribuída, essencialmente, pela plataforma superior e pela vertente sul, o Pego foi circundado por uma vala ou fosso que encerraria todo o perímetro ocupado (Fig. 3a e 3b). Esta estrutura, com uma entrada de cerca de nove metros de largura, posicionada na vertente sul foi, num momento posterior, prolongada mais para sul, aumentando a área de ocupação e relocalizando a entrada para su-sudoeste (Sampaio *et al.* 2008, p. 230). Na base da vala/fosso mais antigo foram depositados vários recipientes cerâmicos, entre os séculos XII e X AC (cf. Quadro 1) embora, entre os sécs. VIII e VI AC, aí se tenha construído uma paliçada, no que se considera a última fase de frequência do local durante a Idade do Bronze.

Quadro 1. Data de AMS obtida a partir de cinzas extraídas das paredes de um vaso depositado no interior da vala/fosso, no Quadrado +D38, Camada 1d

Ref. Lab.	Data BP	Cal. 1 sigma	Cal. 2 sigma	Contexto
Ref. AA89667	2.859±48 BP	1114-974 AC	1134-906 AC	Cinzas do interior de um dos vasos encontrados no fundo da vala/fosso (Quadrado +D38, Camada 1d)

Data calibrada segundo a curva de calibração de Reimar *et al.* (2009) gerada em IntCal 09, OxCal - versão 4.1, disponível em https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html.

Na plataforma superior do monte (Sector V) foram escavados diversos valados de pequena dimensão em associação com séries de buracos de poste, alguns deles com restos de argila no seu interior, evidências que relacionamos com as fundações

[3] Uma descrição um pouco mais detalhada pode ser consultada em H. A. Sampaio *et al.* (2008).

de uma cabana. Identificaram-se, ainda, cerca de duas dezenas de fossas abertas no substrato rochoso e, em alguns casos, no que restava da camada de ocupação, contendo, os seus enchimentos detríticos, escassos fragmentos cerâmicos. A par de todas estas estruturas em negativo resultantes, eventualmente, das várias ocupações do local, há a excepção de uma em positivo. Trata-se de uma possível lareira lajeada que incluía fragmentos de mós manuais dormentes e moventes e que se encontrava coberta por uma camada com forte presença de carvões, datável do Bronze Médio regional.

Nas vertentes sul e sudoeste da colina (Sector II), formando uma necrópole, foram identificadas, em negativo no substrato rochoso, doze sepulturas planas. Por vezes tapadas com uma espessa camada de saibro, detinham a orientação nordeste-sudoeste, sendo as suas dimensões e contornos variáveis entre o sub-rectangular e o trapezoidal. Em quase todas foi depositado um vaso cerâmico de largo bordo horizontal - forma 13c de A.M.S. Bettencourt (1999). Esta necrópole foi classificada como sendo do Bronze Final (Sampaio *et al*. 2008; Bettencourt 2010), no entanto novas datas radiométricas permitem recuá-la para o Bronze Médio. Ainda nesta área surgiram diversas pequenas fossas de contornos sensivelmente circulares ou ovais, quase sempre tapadas com saibro que, tendo em conta as suas dimensões, características e enchimentos, dificilmente entendemos como estruturas de armazenamento, mas sim como eventuais sepulturas ou fossas destinadas a oferendas de carácter funerário-religioso (Sampaio *et al.* 2008; Bettencourt 2010). De notar que três delas cortavam parcialmente sepulturas planas, indiciando uma cronologia mais recente.

3.3. Materialidades associadas à produção e às práticas metalúrgicas e seus contextos

Nas diversas campanhas de escavação realizadas no Pego foram detectados vários objectos relacionados com a produção e as práticas metalúrgicas das comunidades que frequentaram este local. Referimo-nos a quatro fragmentos de moldes cerâmicos e a parcos artefactos metálicos aí encontrados e provenientes de contextos distintos que passaremos a explicitar:

- O Molde R. 2006-0139 foi encontrado no Sector V, no Quadrado X33, Camada 1d. Trata-se do topo de um molde cerâmico onde se abrem dois pequenos orifícios. Do topo do molde sai um cone maciço que possibilitaria a formação de um alvado no momento em que fosse vertida a liga metálica (Fig. 4a e 4b). Será, com probabilidade, o que resta de um molde de uma ponta de lança de alvado curto, fabricada com o recurso ao processo da cera perdida.

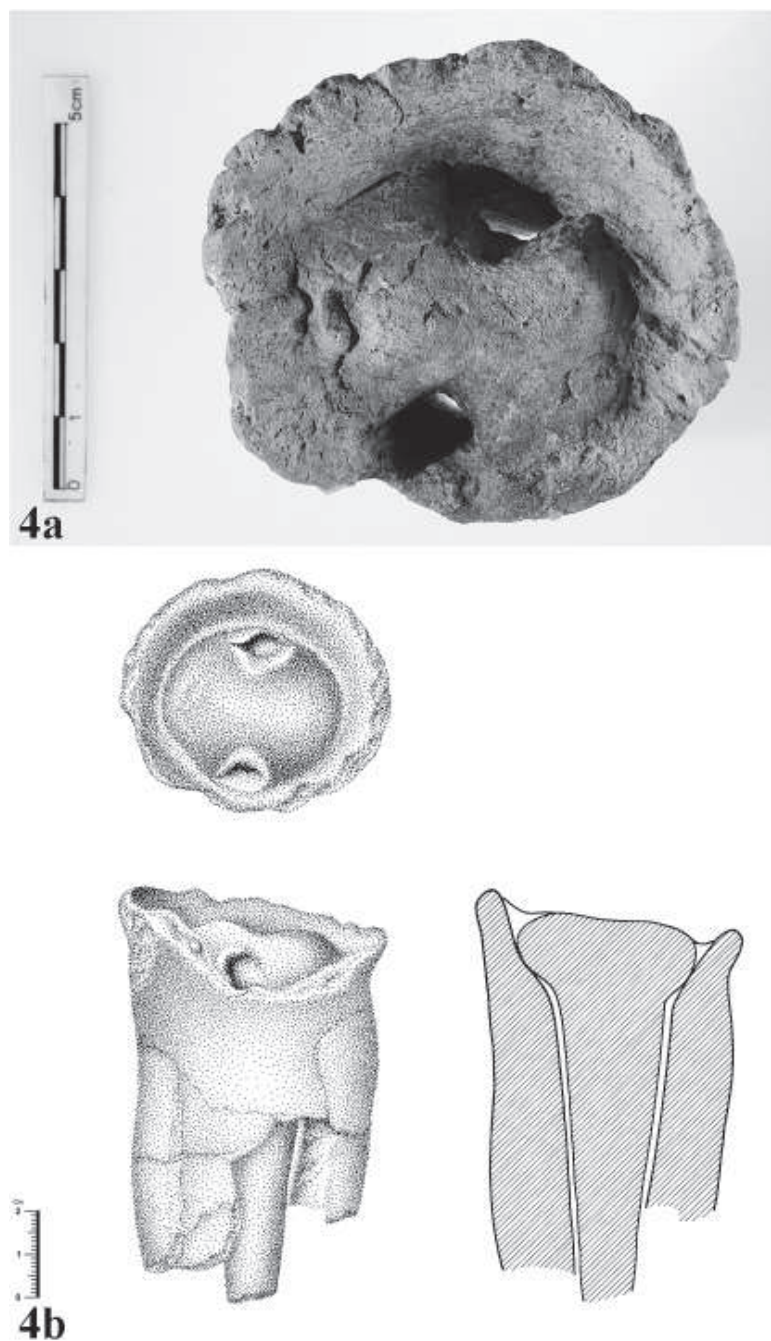



Figura 4. a – Cone de vazamento com os jitos (perfurações) correspondendo ao alvado da ponta de lança (Ref. 2006-0139); b – Desenho do que resta do molde de cera perdida de uma ponta de lança de alvado (Ref. 2006-0139).

- O Molde R. 2006-0164 foi encontrado no Sector V, no enchimento da vala/fosso perimetral da vertente Este da colina, no Quadrado D21, Camada 1b. Trata-se de um fragmento de molde bivalve de um machado de talão (Fig. 5a e 5b). O seu estado incompleto não deixa perceber se seria provido de qualquer argola.
- O Molde R. 2006-0338 foi encontrado em três fragmentos distribuídos por diversos contextos da extremidade nor-noroeste do Sector V, ou seja, no Quadrado V56, Camada 1b (posição primária na plataforma superior?) e nos Quadrados +D51/+E51, Camada1b, e +E51, Camada 1d (correspondentes a distintos locais do enchimento da vala/fosso do início da vertente norte). Trata-se de parte de um molde bivalve de um machado de talão com uma argola, com mais de 22 cm de comprimento, possível nervura central e cone de vazamento. (Fig. 6a e 6b).
- O Molde R 2006-0478 foi encontrado no Sector II, no enchimento da vala/fosso da vertente este-sudeste, no Quadrado H9, Camada 1d. Trata-se de um fragmento de molde bivalve de um machado de talão, talvez com duas argolas, que ainda conserva o cone de vazamento e a totalidade do talão (Fig. 7a e 7b).

Quadro 2. Valores das medidas máximas dos fragmentos de moldes (em milímetros)

Referência	Largura	Espessura	Comprimento
2006.0139	60	–	97
2004.0338	51	28	130
2004.0164	33	25, 62	87
2006. 0478	64	27	107

Os artefactos metálicos do Pego resumem-se aos restos pulverizados de duas eventuais lâminas ou placas. Uma delas foi encontrada no enchimento da vala/fosso a nor-noroeste do Sector V, no Quadrado +D51/+E51, Camada 1b, enquanto a outra foi descoberta nos resquícios de um nível de ocupação/abandono da Idade do Bronze, na plataforma superior, no Quadrado Q6, Camada 1a.

Com excepção de um dos fragmentos do molde detectado no Quadrado V56, Camada 1b (Ref. 2006-0338), todos os restantes foram encontrados fora do seu contexto primário de utilização, nomeadamente nas várias camadas de enchimento dos diversos quadrantes da vala/fosso que circuita o Pego. Como nesta estrutura foram depositados recipientes cerâmicos de forma intencional (Sampaio *et al.* 2008), aparentemente veiculados com a sua primeira fase de utilização, ou seja, entre os séculos XII e X AC, é caso para nos questionarmos se o aparecimento de moldes no seu interior terá resultado, também, de actos deposicionais ou apenas da col-

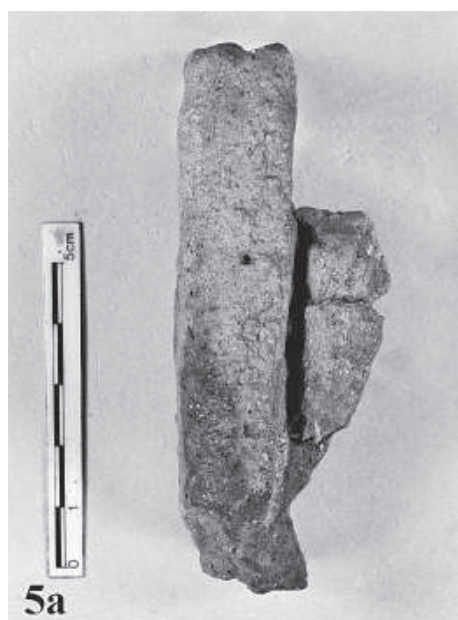
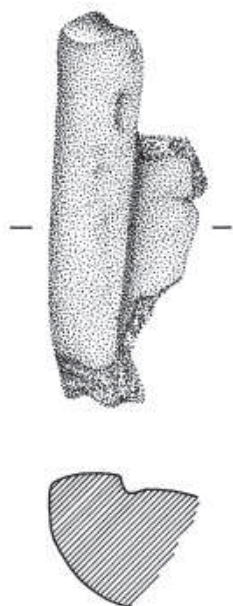



Figura 5. a – Parte de molde bivalve cerâmico de machado de talão do qual resta apenas o talão (Ref. 2006-0164); b – Desenho de parte do molde bivalve cerâmico de machado de talão.

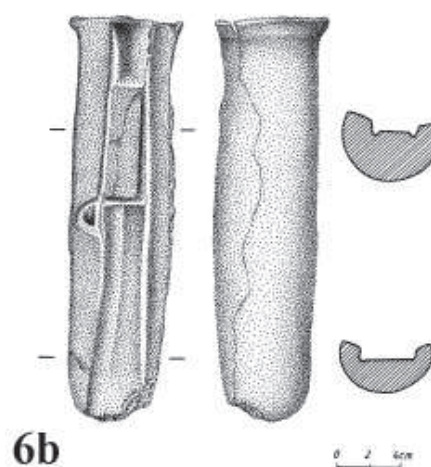



Figura 6. a – Parte de molde bivalve cerâmico de machado de talão conservando o talão e parte do gume com, pelo menos, uma argola (identificável ao centro do lado esquerdo) e o cone de vazamento no topo (Ref. 2006-0338); b – Desenho de parte do gume do molde bivalve cerâmico de machado de talão com pelo menos uma argola.

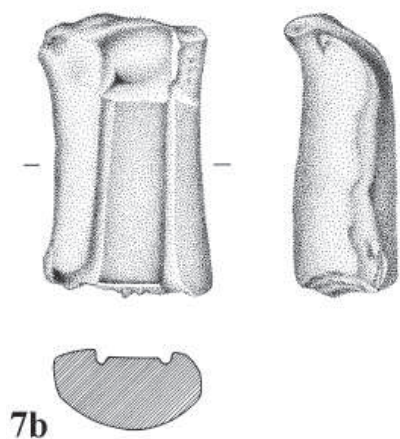



Figura 7.
a – Molde bivalve cerâmico de machado de talão preservando apenas o talão e o cone de vazamento no topo (Ref. 2006-0478);
b – Desenho de parte do molde bivalve cerâmico de machado de talão com cone de vazamento.

matação do fosso no momento da construção da paliçada, entre os séculos VIII e VI AC.

A resposta a esta questão não é fácil mas as condições estratigráficas indiciam que a segunda hipótese parece a mais verosímil pois há restos de moldes encontrados na camada intermédia do fosso que colam com outros detectados na camada inferior (como é o caso da Ref. 2006-0338) evidenciando, igualmente, que o enchimento desta estrutura foi um processo rápido e antrópico. É curioso verificar que muito do material encontrado nestas camadas seguia a inclinação das mesmas, como se as terras tivessem sido atiradas a partir do interior do recinto. Assim sendo, os trabalhos de colmatação do fosso teriam destruído grande parte dos níveis de ocupação mais antigos do Pego, o que explica a sua fraca representatividade no Sector V. Em abono desta hipótese registe-se que os dois fragmentos de moldes provenientes do enchimento do fosso que colavam entre si, vieram, posteriormente, colar com o que se encontrava em posição primária.

Também o fragmento de artefacto de bronze recolhido no enchimento da vala/fosso não parece resultar de uma deposição intencional, dada a sua associação contextual com os restantes materiais fragmentários.

4. ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ARTEFACTOS

Na impossibilidade de analisarmos a composição química dos restos dos artefactos metálicos encontrados no Pego, tendo em conta o seu estado de deterioração, optámos pela análise não destrutiva da totalidade dos fragmentos de moldes. Estes foram submetidos à Espectrometria de Fluorescência de Raios X (FRX) dispersiva de energias, na presunção de que poderiam conter vestígios das ligas metálicas que aí teriam sido vazadas.

As análises incidiram em diferentes locais de todos os fragmentos de moldes, tendo sido escolhidas zonas onde potencialmente as ligas manipuladas poderiam ter contactado directamente com o material cerâmico (Quadro 3).

Quadro 3. Distribuição das zonas dos moldes cerâmicos do Pego analisadas por FRX

Referência	Nº. de análises	Zonas de análise
Molde 2006-0139	3	– cone interior de cerâmica; – topo do molde (jito); – parede exterior.
Molde 2006-0164	3	– duas sobre a parte interior; – parede exterior.
Molde 2006-0338	4	– três sobre a superfície interna; – parede exterior.
Molde 2006-0478	4	– duas sobre a superfície interior; – zona lateral de fractura de cor mais escura; – parede exterior.

Uma vez efectuadas as análises, foram comparados os resultados obtidos nas superfícies internas com os das superfícies externas, tendo-se verificado espectros idênticos que apenas representavam matéria cerâmica. Deste modo, não foi possível identificar a composição da metalurgia praticada neste local.

A título exemplificativo, são apresentados no Gráfico 1 os espectros do fragmento de molde 2006 - 0478. Uma explicação para resultados tão infrutíferos terá que relacionar-se, provavelmente, com os procedimentos de limpeza aquando dos trabalhos de conservação e restauro efectuados no museu onde as peças foram depositadas.

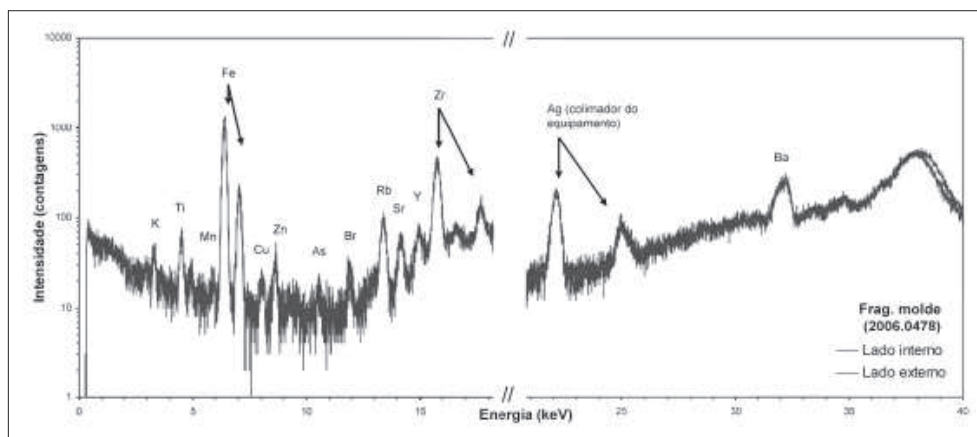



Gráfico 1. Espectros de FRX obtidos no Fragmento de molde (referência 2006.0478) sobre uma superfície interior e uma superfície exterior (lado interno e lado externo).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de os resultados não corresponderem á totalidades das expectativas, o conjunto de dados apresentados autoriza algumas considerações sobre as produções e práticas metalúrgicas do Pego.

Em primeiro lugar, é possível afirmar que as populações que frequentaram este local conheciam processos de produção metalúrgica em bronze.

Em segundo lugar, e atendendo às tipologias dos objectos identificados nas partes restantes dos moldes, atesta-se que no Pego se fabricaram machados de talão de uma argola e, possivelmente, de duas, assim como pontas de lança de alvado curto.

Em terceiro lugar, as características dos moldes evidenciam a utilização de dois métodos produtivos diferenciados: o uso de moldes bivalves em cerâmica e o processo da cera perdida. Embora se tratem de vestígios com uma escassa representatividade, ambas as tecnologias parecem ter sido convenientemente manuseadas por aquelas populações.

Em quarto lugar, admite-se que a actividade metalúrgica terá sido efectuada preferencialmente na parte mais elevada do Pego (Sector V), tendo em conta os locais onde foram encontrados a maioria dos moldes. Mesmo o molde com a referência 2006-0478, foi detectado nos inícios do sector II, ou seja, nas proximidades da plataforma superior.

Em quinto lugar, a actividade metalúrgica parece ter-se processado numa fase intermédia da vida deste lugar, ou seja, antes do enchimento do fosso e da construção da paliçada, o que se verificou entre os séculos VIII e VI AC, momento em que estes materiais, assim como diversos fragmentos cerâmicos que jaziam nos sedimentos

do local teriam sido atirados para o seu interior de forma rápida e, aparentemente, não estruturada. Talvez a metalurgia se tenha verificado entre os finais do séc. XII e os finais do séc. X AC, altura em que se depositaram recipientes cerâmicos na base do fosso e em que este, provavelmente, foi aberto pela primeira vez.

Em sexto lugar, observando a área escavada, que totaliza 761 m^2, a produção metalúrgica parece ter servido apenas os propósitos locais. Isto porque a sua reduzida expressividade a destinaria, muito provavelmente, às necessidades das populações que frequentaram o sítio. Aliás, tal situação está em concordância com o que se conhece para outros contextos do Bronze Final do Noroeste português, como é o caso da Santinha I (Amares), de S. Julião IIb (Vila Verde), da Falperra I (Braga), de uma das ocupações do Corgo (Vila do Conde) e de Castelo de Matos (Baião), lugares onde também apareceram restos de produção metalúrgica parcelares (Bettencourt 1999, 2001, 2009).

Com base no conhecimento do espaço envolvente e através da análise cartográfica, tirando partido da fácil acessibilidade que os vales da ribeira da Levegada e do rio Este proporcionariam enquanto vias naturais de circulação, o local mais próximo e de mais fácil acesso para captação de estanho de aluvião, por parte das populações que frequentaram o Pego, seria a margem esquerda do rio Este, a cerca de 10 km para sudoeste. Trata-se de uma área na base do Monte de Anta de Cavalões, rico em jazidas primárias de estanho, com uma rede de drenagem tributária do Este.

Por outro lado, uma vez que a ausência de artefactos metálicos no Pego é quase absoluta, excepção feita para os restos pulverizados de duas eventuais lâminas ou placas, somos tentados a pensar que os objectos metálicos aqui produzidos teriam sido deslocados e depositados noutros lugares ou contextos de acção, tendo como base o pressuposto de que estas populações se moveriam numa paisagem povoada por uma rede de lugares interconectados, de significados distintos mas complementares. Como hipótese de trabalho é possível que um destes lugares fosse o Monte da Saia, em Barcelos, um lugar simbolicamente activo durante a Pré-história Recente e cuja significância colectiva para as comunidades durante toda a Idade do Bronze se parece materializar pelos diversos objectos metálicos, em bronze e ouro, que aí foram depositados na longa diacronia (Sampaio 2011). Salientamos que o Monte da Saia fica a menos de 7 km para sudoeste do Pego, em frente do Monte de Anta de Cavalões (Fig. 1b) sendo, portanto, o último acidente geomorfológico existente antes da passagem ou travessia do rio Este para a margem sul, onde o estanho de aluvião seria abundante e passível de ter sido usado pelas populações que frequentaram o Pego.

NOTA

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito dos projectos *A Idade do Bronze no vale do Ave* (IBVA 2008/1 (554), *Metalurgia Primitiva no Território Português* (EARLYMETAL PTDC/HIS-ARQ/110442/2008) e *ENARDAS* (PTDC/HIS-ARQ/112983/2009), sendo os dois últimos financiados pelo Programa Operacional Temático Factores de Competitividade (COMPETE) e comparticipados pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER.

AGRADECIMENTOS

Às doutoras Maria de Fátima Araújo e Elin Figueiredo, do Instituto Tecnológico e Nuclear, em Sacavém, pelas análises efectuadas aos fragmentos dos moldes cerâmicos. Ao Museu Regional de Arqueologia D. Diogo de Sousa, em Braga, não só pela cedência dos materiais para análise, como pela disponibilização das fotografias de Manuel Santos e dos desenhos de Amélia Marques aqui apresentados. À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pela concessão da bolsa com a referência SFRH/BD/73245/2010.

REFERÊNCIAS

BARRETT, J. C. (1994). Defining domestic space in the Bronze Age of Southern Britain. In PEARSON, M. P. & RICHARDS, C. (eds). *Architecture and Order*. London. p. 87-97.

BETTENCOURT, A. M. S. (1998). O conceito de Bronze Atlântico na Península Ibérica. In JORGE, S. O. (ed.). *Existe uma Idade do Bronze Atlântico?*. Trabalhos de Arqueologia 10. Lisboa: IPA. p. 18-39.

BETTENCOURT, A. M. S. (1999). *A paisagem e o homem na bacia do Cávado durante o II e o I milénios AC*. 5 vols. Braga: Universidade do Minho. Tese de Doutoramento.

BETTENCOURT, A. M. S. (2001). Aspectos da metalurgia do bronze no Entre-Douro-e-Minho no quadro da Proto-História do Noroeste Peninsular. *Arqueologia*. 26. 13-40.

BETTENCOURT, A. M. S. (2009). A Pré-História do Minho: do Neolítico à Idade do Bronze. In PEREIRA, P. (coord.). *Minho.Traços de Identidade*. Braga: Conselho Cultural da Universidade do Minho. p. 70-113.

BETTENCOURT, A. M. S. (2010). La Edad del Bronce en el Noroeste de la Península Ibérica: una análisis a partir de las prácticas funerárias. *Trabajos de Prehistoria*. 67(1). 139-173.

BRADLEY, R. (2000). *An archaeology of natural places*. London and New York: Routledge.

BRÜCK, J. & GOODMAN, M. (2001). Introduction: themes for a critical archaeology of prehistoric settlement. In BRÜCK, J. & GOODMAN, M. (eds.). *Making places in Prehistoric world*. London: UCL Press. p. 1-19.

CAMPELO, A. (2009). Espaço, construção do mundo e suas representações. In BETTENCOURT, A. M. S. & ALVES, L. B. (eds.). *Dos Montes, das pedras e das águas. Formas de interacção com o espaço natural da pré-história à actualidade*. Braga: CITCEM-APEQ. p. 191-206.

INGOLD, T. (1986). *The appropriation of nature*. Manchester: Manchester University Press.

INGOLD, T. (1993). The temporality of the landscape. *World Archaeology.* 25. 152-174.

SAMPAIO, H. A. (2011). O papel social das amortizações metálicas na estruturação da paisagem da Idade do Bronze do Noroeste português: os montes da Penha (Guimarães) e da Saia (Barcelos). In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I. F. P. & CARVALHO, J. (eds.). *Povoamento e exploração de recursos mineiros na Europa atlântica ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 31-53.

SAMPAIO, H. A.; BETTENCOURT, A. M. S.; BARBOSA, R.; DINIS, A. & CRUZ, C. (2008). A importância do povoado do Pego no Bronze Final do Noroeste de Portugal. *Férvedes*. 5. 227-233.

TILLEY, C. (1994). *A phenomenology of landscape: places, paths and monuments*. Oxford & Providence: Berg.

TILLEY, C. (2004). *The materiality of stone: explorations in landscape archaeology*. Oxford University Press: Berg.

THOMAS, J. (2001). Archaeologies of place and landscape. In HODDER, I. (ed.). *Archaeological Theory Today*. Cambridge: Polity Press. p. 165-186.

WILLIAMS, N. (1983). Yolngu concepts of land ownership. In PETERSON, N. & LANGTON, M. (eds). *Aborigines, land and land-rights*. Canberra: Australian Institute of Aboriginal Studies. p. 94-109.

Resumo: O presente artigo visa dar a conhecer as evidências materiais associadas ao processo de produção metalúrgica enquadráveis na Idade do Bronze Final do Noroeste português identificadas no sítio do Pego, concelho e distrito de Braga. Para isso, parte-se da análise dos dados recolhidos durante os trabalhos de escavação arqueológica daquele local, decorridos entre Outubro de 2003 e Junho de 2010.

Logo à partida, observam-se diferentes tecnologias produtivas, inferidas a partir de moldes bivalves em cerâmica e do processo da cera perdida. Atendendo às tipologias identificadas nos restos dos moldes atesta-se o fabrico de machados de talão com uma argola e de pontas de lança de alvado curto, situando a produção numa fase intermédia de ocupação do local, quiçá entre os finais do XII e os finais do X séculos AC. Destacando a proximidade do local a possíveis zonas de extracção de estanho de aluvião, pela fácil deslocação que os vales proporcionariam, vincamos as escassas evidências associadas a práticas metalúrgicas face à área já escavada do Pego. Assim, equacionamos a hipótese de aqui ter existido uma produção local pouco expressiva. Tal parece estar de acordo com outros contextos da Idade do Bronze Final conhecidos no Noroeste, tais como a Santinha (Amares), S. Julião (Vila Verde), Falperra (Braga), Corgo (Vila do Conde) e Castelo de Matos (Baião). Com base na parca representatividade de objectos metálicos encontrados no Pego, conjecturamos a deslocação de tais objectos, que acreditamos deterem um valor excepcional, para outros contextos, no âmbito de uma rede de lugares interconectados com significados distintos mas complementares.

A inexistência de eventuais vestígios metálicos nos moldes do Pego verificada pela sua análise de composição química, efectuada no Instituto de Tecnologia Nuclear, em Lisboa, não permitiu determinar se a metalurgia do bronze aqui praticada teria sido de composição binária, tal como a restantes peças do Bronze Final do Noroeste (Bettencourt 1998, 2001), o que a afastaria das suas congéneres da fachada atlântica da Europa ocidental.

Palavras-chave: Noroeste português, Bronze Final, Pego, Produção metalúrgica de bronze, Práticas metalúrgicas, Lugares de acção.

Abstract: This article aims to acknowledge the metallurgic production processes datable of the Late Bronze Age of the Portuguese northwest at Pego's site, county and district of Braga. Thereunto, the data recovered during the archaeological excavation works of that local, conducted between October 2003 and June 2010, was analyzed.

As a result, different production technologies were identified, inferred by bivalve clay moulds and lost-wax process evidences. Considering the typologies identified from the rest of the moulds, we recognize the production of palstave axes with one ring and socketed spearheads, situating the production in an intermediate phase of the site occupation, perhaps between the end of the XII and the end of X centuries BC. Taking into account the excavated area and highlighting Pego's vicinity from probable alluvial tin areas, given the easy dislocation that the valleys provided, we stress de scarce evidences associated with metallurgical practices. Therefore, we equate the hypothesis of a not significant local metallic production. This seems to correspond with other Late Bronze Age contexts, known in the northwest, such as Santinha (Amares), S. Julião (Vila Verde), Falperra (Braga), Corgo (Vila do Conde) and Castelo de Matos (Baião), where some metallurgic production remains were also exhumed. Based on Pego's sparse representation of metallic objects, we conjecture the displacement of these objects, probably imbued of exceptional value, to other places than this, within a net of complementary interconnected places with different significations.

The absence of metal traces in the Pego's molds proved by their chemical composition analysis, done at the Instituto de Tecnologia Nuclear of Lisbon, didn't determinate whether the bronze metallurgy here practiced presented binary compositions, like other pieces of the Late Bronze Age Northwest (Bettencourt 1998, 2001), which would depart it from their counterparts of the Atlantic coast of Western Europe.

Key-words: Portuguese northwest, Late Bronze Age, Pego, Bronze metallurgic production, Metallurgic practices, Places of action.

METALLURGY AND SOCIETY IN "BAIÕES/SANTA LUZIA" CULTURE GROUP: RESULTS OF THE METABRONZE PROJECT*

JOÃO CARLOS SENNA-MARTÍNEZ[1]
ELIN FIGUEIREDO[2]
MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO[3]
RUI SILVA[4]
PEDRO VALÉRIO[5]
JOÃO LUÍS INÊS VAZ[6]

When we started the METABRONZE project we already possessed archaeological evidence (coming from the some several archaeological sites that provided the bulk of the samples addressed in the new project). It was enough, by itself, to allow us to put forward the hypothesis of the existence of diminutive scales of metal production in the Late Bronze Age (LBA) Baiões/Santa Luzia Culture Group, distributed between small villages and even settlements of smaller dimensions (Senna-Martinez 2000a; Senna-Martinez & Pedro 2000a). The probable historical and social implications of such a model of production had also been abundantly

* The METABRONZE project (Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age – POCTI/HAR/58678/2004) was developed between 2006 and 2009 and was financed by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

[1] Centro de Arqueologia (Uniarq), Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 1600-214 Lisboa, Portugal. smartinez@fl.ul.pt

[2] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

[3] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

[4] Centro de Investigação de Materiais (CENIMAT/I3N), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal.

[5] Instituto Tecnológico e Nuclear, E.N.10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

[6] Departamento de Letras, Universidade Católica Portuguesa, Estrada da Circunvalação, 3504-505 Viseu, Portugal.

addressed (Senna-Martinez 1998, p. 219-226; 2000a, p. 126-131; 2005, p. 904-909; Senna-Martinez & Pedro 2000a, p. 64-67).

Through analytical results independently obtained, the METABRONZE project come to strongly support several of these hypothesis, produced new results, raised new hypothesis and questions as well as allowing the local development (at a Portuguese level) of new methodologies for archaeometallurgical studies.

1. THE GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL SETTING

The heart of the Beira-Alta region (home of LBA Baiões/Santa Luzia Culture Group – Fig. 1) comprises the interior basins of the Mondego and Vouga rivers. The southern limits of Beira-Alta are the Portuguese central highlands, the *Serras* of Lousã, Açor and Estrela, part of the Iberia central divide. Of these, Serra da Estrela has very good spring and summer pastures whose use seems to extend as far back as the Neolithic (Knaap & Van Leeuwen 1994).

Figura 1.
Location of the area of Baiões/Santa Luzia LBA culture group in Western Iberia, with the main archaeological sites discussed: CSG – Castro da Sª da Guia de Baiões; CSR – Cabeço do Crasto de S. Romão; S. Olaia – Santa Olaia.

The western and north-western boundary, the Maciço Marginal, separates the Mondego and Vouga interior basins from the coastal lowlands. By going around the Serra do Caramulo the middle Mondego basin opens up to the Vouga and Paiva rivers' upper basins, whose valleys constitute two natural passages, going respectively West and North. The first one of these is controlled by the Castro da Senhora da Guia de Baiões, a very important Late Bronze Age settlement which lies at the core of METABRONZE Project.

Looking east and north of the Celorico basin, the northern Meseta step divides Beira-Alta from north-central Iberia. Nevertheless there exist several natural paths as shown by medieval castles defending both sides of the border zone with Castilla.

In the North of our study area, the high basins of the Paiva and the Távora link it to the Douro basin, both allowing and explaining cultural contacts.

The principal vegetation cover for the period under consideration seems to have been a deciduous temperate oak forest (*Quercus pyrenaica* at altitudes over 600-800 m and *Quercus robur* at lower altitudes – cf. Janssen 1985; Janssen & Woldringh 1981; Van Den Brink & Janssen 1985; Knaap & Van Leeuwen 1994).

Palynological analyses of peat cores at a transect of Serra da Estrela allow the development of a model of several episodes of degradation of this forest (Janssen 1985; Knaap & Van Leeuwen 1994.), attributed to human impact. These episodes are marked by deforestation and bush fires at middle and high altitudes of Serra da Estrela that could be due to the opening of spring-summer grazing lands.

A main episode about 3500 BC can well be correlated with the principal phase of development of the Neolithic megalithic necropolis (Senna-Martinez & Ventura 2008).

A second deforestation episode dated from about 1600-1500 BC is associated with the first appearance of rye (*Secale cereale*) and can be correlated with the First Bronze Age (c. 2200-1250 BC).

The process of deforestation intensifies again from 1000-900 BC onwards (Janssen 1985) in correlation with the second halve of the LBA (c. 1000-500 BC).

Old paths, some of them subsequently followed by the Roman roads (Alarcão 1988, p. 102-5 and fig. 20), surely criss-crossed the country. However, the principal access to our study area from the lower Mondego and littoral plains must have been the rivers until very recent times (Martins 1940, p. 164-6; Oliveira 1972, p. 1-5).

According to Dias (1987), following a quick transgression in Early Holocene times (c.10000-8000 BP; Dias 1987, p. 330), the sea level stabilised near its present situation, invading deeply the lower river valleys (Daveau 1980, p. 24) between 5000-3000 BP (Dias 1987, p. 334). Even if we cannot be very precise about their limits, the Mondego and Vouga flandrian *rias* can be reconstructed in broad lines for the period under study, clearly establishing their importance as waterways to access the more inland areas. Thus, the location of lower Mondego LBA sites and

especially of the Phoenician "port of trade" of Santa Olaia becomes significant in terms of their possible relations with the ones in our study area.

Beira Alta has abundant mineral resources of which tin and gold are particularly important for the period under consideration (Garcia 1963; Senna-Martinez *et al.* 1984, p. 117, 118 and fig.1). Old mines are difficult to find namely because most of the mining of these two resources would occur in alluvial placers, nevertheless the reopening, during World War Two, of the ancient gallery of the S. Martinho mine (Orgens, Viseu) led to the discovery, at the bottom of the ruble which filled its shaft, of a bronze dagger of "Porto de Mós type", proving its original opening and posterior infilling during the Late Bronze Age, probably for cassiterite exploitation (Correia *et al.* 1979).

Copper is an entirely different question. During the last two centuries it was thought that the main prehistoric sources for copper ores in the Iberian Peninsula were in its southern regions. This being surely true in terms of modern industrial exploitation, is nevertheless incorrect in what concerns the early metallurgies of the Copper and Bronze Ages. For these small scale ("domestic") metalworking almost any small outcrop with secondary mineralization of copper carbonates and/or oxides would do, as has been proved possible recently for the First Bronze Age habitat site of Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros, Trás-os-Montes – Geirinhas *et al*. in press). Such occurrences are known to occur in the Mangualde area in the center of the Mondego's Platform.

The development of local elites during the LBA has been linked to the role of metallurgy in producing status enhancing artifacts (expressed by the higher number of metallic artifact production, as well as their more complex shape and new techniques of production). So an easy access to the minerals must have been seen as an advantage, and can also be taken into account in the positioning of some emerging sites (Senna-Martinez 1996; Vilaça 1995).

2. THE BAIÕES/SANTA LUZIA CULTURE GROUP: A BRIEF CHARACTERIZATION

This Late Bronze Age Culture Group develops through the 12th to the 7th centuries BC, with a final phase from the 10th century onwards (Senna-Martinez 2010, Table 1).

Settlements constitute a network of sites with high archaeographic visibility, clearly disposed as to visually control the surrounding territory. With mainly small size (average 0,5 ha – Senna-Martinez 2000a, p. 120-121) and population (in average between 200 and 300 inhabitants) they constitute equivalent and surely cooperative nodes in this regional network (Fig. 2 – Senna-Martinez 1996, p. 168; 1998, p. 221-222).

Their presumed food economies show little surplus producing capacities with animal husbandry (ovi-caprids) and horticulture dominants, together with acorns used for roasting and flower making (Senna-Martinez 2000a, p. 124-126).

Figura 2. Settlement network of Baiões/Santa Luzia culture group: 1 – Monte Airoso (Penedono); 2 – Senhora das Necessidades (Sernancelhe); 3 – Senhora da Guia de Baiões (S. Pedro do Sul); 4 – Cabeço do Couço (Vouzela); 5 – Santa Luzia (Viseu); 6 – Castelo dos Mouros (Viseu); 7 – Outeiro dos Castelos de Beijós (Carregal do Sal); 8 – Malcata (Carregal do Sal); 9 – Castelo de Penalva (Penalva do Castelo); 10 – Senhora do Bom Sucesso (Mangualde); 11 – Castro de S. Cosme (Oliveira do Hospital); 12 – Cabeço do Crasto de São Romão (Seia); 13 – Buraco da Moura de São Romão (Seia); 14 – Cabeço Redondo (Gouveia); 23 – Senhora do Castelo (Mangualde); 24 – Castro da Picota (Tábua); 25 – Canedotes (Vila Nova de Paiva).

The production of the principal artefacts, namely pottery (Senna-Martinez 1993) and metalworking (Senna-Martinez 2005), is local and domestic, in a small scale and for self-use with almost no goods-circulation.

The study of pottery decoration (Reprezas 2010) allows us to see different sub-regional distinctions within Baiões/Santa Luzia Culture Group that may suggest the existence of different lineages of woman potters.

All available data leads us to think that the privileged way for inter-site and even inter-regional contacts in Atlantic Iberia LBA culture groups (namely between the two Portuguese Beiras and Estremadura) could well be through women circulation in matrimonial alliances. At a strict regional or sub-regional level this practice (made necessary because of settlement size and population) could well contribute

to the development and maintenance of "ways of production" namely for pottery (Colomer i Solsona 2005), as well as to consolidate the network of solidarities and ties between the local elites that allowed them to control metal production and circulation as well as access to its regional sources. At a higher transregional level, this practice could lead to the small but established circulation of pottery and, mainly, to the rapid development of metallurgical technologies and metallic models diffusion between regional elites (Senna-Martinez 1996).

3. THE LBA BAIÕES/SANTA LUZIA METALLURGY: RESULTS OF THE PROJECT

A first revision of the subject of metal production in the LBA Baiões/Santa Luzia culture group, as well as a complete inventory of the regionally available metallurgical evidence, was developed in between 1997 and 2000 by the first author together with Ivone Pedro in preparation of the National Museum of Archaeology (MNA) 2000/2001 exhibition "Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu" (Senna-Martinez & Pedro 2000b).

Based on the above mentioned inventory it was possible, between 2001 and 2006 and both as preparation for and as a first phase of the METABRONZE Project, to develop a series of EDXRF analysis on artefacts allowing bulk chemical compositional characterization of 113 artefacts: 73 from Crasto da Sª da Guia de Baiões (CSG), including the totality of the so called "deposit" (Valério *et al.* 2006); 6 from Castro de Santa Luzia (CSL – Figueiredo *et al.* 2006); 7 from Castro do Outeiro dos Castelos de Beijós (COCB – Senna-Martinez 2000b); one from Castro da Senhora das Necessidades de Sernancelhe (CSN – Senna-Martinez *et al.* 2004); nineteen from the habitat of Canedotes (CAN – Canha *et al.* 2007); and another 7 through confirmation of older analyses from Cabeço do Crasto de São Romão (CSR – Gil *et al.* 1989).

The data so provided shows that all the artefacts are made of binary bronze (Cu, Sn). Some compositional differences were detected within the presence of impurities (mainly As and Pb). The presence of gold in one of the palstaves and two rings of Baiões can be referred to its possible association with regional tin mineralization's or, if it is proved as deliberate, could eventually be the result of a gilding process.

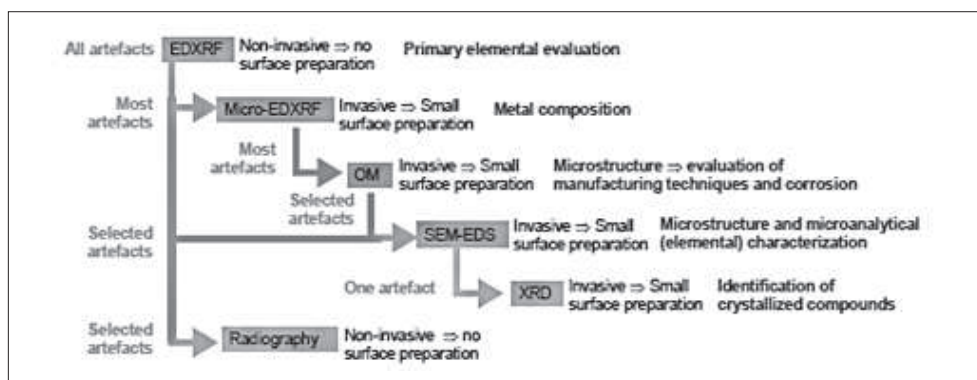



Figura 3 . Analytical design employed in the study of the artefacts (cf. Figueiredo 2010, fig.1.2).

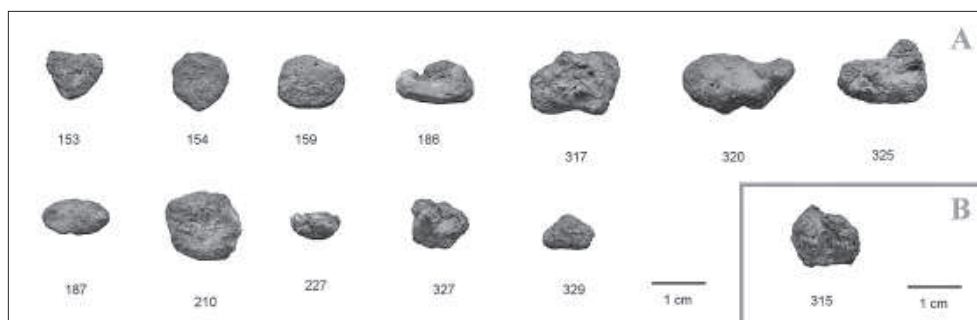



Figura 4. CSG, bronze smelting evidence: A- Bronze prills; B- Slag with traces of malaquite andcassiterite (sg. Figueiredo *et al.* 2010b, fig. 3 adapted).

During the development of the project and in general, the experimental methodology employed in the study of metallic pieces followed a 3 stage procedure (Figueiredo 2010, p. 6):

1. primary elemental evaluation by EDXRF without any previous surface preparation;
2. determination of metal composition through micro-EDXRF in prepared areas;
3. and a microstructural study by OM in prepared areas.

Some items were also studied by SEM-EDS to evaluate inclusions, intermetallic compounds, corrosion, and other special features. A slag fragment was also analysed by X-ray diffraction (XRD). Digital X-ray radiography was also performed in some artefacts that were not submitted to invasive analyses to aid the study of the manufacturing techniques. Fig. 3 shows a scheme of the analytical design.

The analytical results (Figueiredo 2010; Figueiredo *et al.* 2010b) strongly suggest for Baiões/Santa Luzia metallurgy a primary production of binary bronze (Cu,

Sn) with a distinctive composition supported by a regular access to tin sources, probably through the exploitation of local resources.

In a much smaller scale copper could also be produced for special purposes (rivets, luxury items... – cf. Figueiredo *et al.* 2010a)[7].

As documented at the type site of CSG through the analysis of a slag fragment[8] and several reduction nodules (prills – Fig. 4) the probable method of bronze producing was through open-vessel co-reduction of malachite and cassiterite ores (Figueiredo *et al.* 2010b). This very simple process has a very low productivity and is totally compatible with the archaeographic evidence regionally recovered.

The presence in CSG and other sites of partially heat-deformed fragments of artefacts with recrystallized grain microstructures point out to recycling operations rather than faulty castings. Recycling was probably a frequent operation since more

Figura 5.
Fragments of a multiple parts stone mould for Lance heads and chisels fron CCCPC.

[7] As documented by the copper bar CSG-293, whose microstructure indicates that it has been shaped through thermomechanical work to the final semi-quadrangular section. The composition and typology of this artefact suggests that it might have been used as an ingot, from which small amounts of metal were cut off to manufacture small simple copper items (Figueiredo *et al.* 2010b, p. 1629).

[8] Slag fragments can be scarce and difficult to find since because of the nature of the primitive smelting operations involved, namely at the small scale workshops that we detect in Iberia, as well as the complete fragmentation of the smelt to recover the metallic lumps and prills (also called smelting droplets) (Hauptmann 2007), so this was a very important finding.

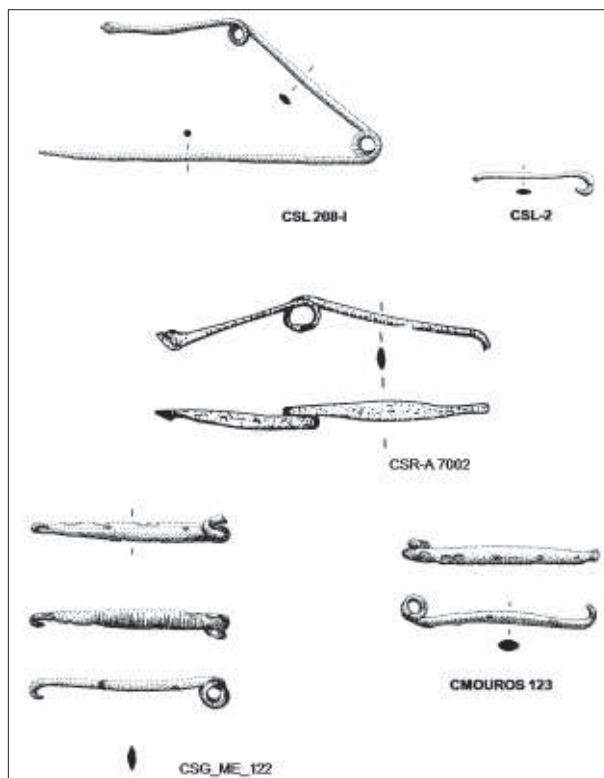



Figura 6.
Fibulae of "enrolamento no arco" type from Baiões/Santa Luzia culture group.

than 300 fragments of foundry leftovers and scrap, probably for remelting, are present among the collection of CSG (Senna-Martinez & Pedro 2000a).

The composition of the bronze items analyzed shows a remarkable metallurgical consistence for such small scale local productions and their empirical methods of bronze production (tin content has an average of about 12,7±1.9 % – Figueiredo 2010).

Possible explanations for the metallurgists' good empirical production control of alloy compositions should take into consideration that primary production by co-smelting copper and tin ores would imply good control of the co-smelting charge, while recycling and selection of smelted prills for melting would probably imply that the objects of such work would mainly came from former local or regional primary productions lying within the same empirical standard production range.

Moulds of stone (Fig. 5), clay and bronze and fragments of mould have been recovered from several settlement sites (Namely CSG, CSL, CSR and CCPC), comprising simple open ones, multiple parts and "cire perdue" types.

A large variety of thermo-mechanical work affected the produced artefacts:

– Variable cycles of forging and annealing to shape bars and wires and produce fibulae, spatula, awls, etc.;

– More localized forging to give shape and sharpen the cutting edges of palstaves, spear points, chisels, etc.;
– Some exemplars where even found "as cast" structures, like several of the sickle-blades from Baiões (CSG), still showing burrs.

Overcastting has been inferred for the CSG *furcula* (Armbuster 2002-2003, p. 149) and has been analytically proved true for the production of Figueiredo das Donas shield nails (Figueiredo *et al.* 2011).

Although the great majority of bronze artefacts produced by Baiões/Santa Luzia metallurgists is of Atlantic typological affiliation there is clear evidence to an early presence there of some exemplars, and mostly models, of Mediterranean origin, going back to the last quarter of the second millennium BC. Three categories of artefacts and a special metallurgical technique document this occurrence: the first *fibulae*, the first iron artefacts, metal weights and gold gilding.

The Baiões/Santa Luzia culture group has the largest concentration of old type fibulae from Iberia: the so called "Roça do Casal do Meio" or "de enrolamento no arco" type (Gil *et al.* 1989) which is an older prototype for the *arco serpegiante* type *fibulae*[9].

Compositional analysis of the exemplars from CSR, CSL and CCPC as well as from several of the wire fragments from several sites strongly suggest a local production, copying the Mediterranean prototypes as verified for the artefacts of Atlantic typology.

Another regional early type of fibula (1100-900 BC – Senna-Martinez 2011, p. 291) is represented by the two *codo fibulae* of Sicilian type from Castro de Mondin da Beira (CMB – Carreira 1994, p. 81-83 and fig.9) and the one from Monte Airoso (CMA – Senna-Martinez 1995, p. 71).

Also from this culture group, but from the later second phase, comes a double resort type fibula from COCB, dating between 814-777 BC.

The only artefacts of sure Mediterranean provenance with no possible local production are the early iron blades of Western Iberia, namely for the Baiões/ Santa Luzia culture group the exemplar and two iron fragments from COCB dated between 1314-1000 BC (Senna-Martinez 2000b).

[9] These exemplars comprise (Senna-Martinez 2010, p. 19-20): one from CSR (CSR-A 7002 dated from 1312-1055 AC); two from CSL (CSL-2 and CSL-208I dated 1322-1007 AC); two from CSG (CSG-ME 122 and another that was lost, dated 936-788 AC); one from Castelo dos Mouros (CMOUROS 123); and one from Cabeço do Cucão da Pedra Cavaleira (CCPC – Figueiredo *et al.* in press). Their dating together with the recent dating of the type exemplar from Roça do Casal do Meio (Vilaça & Cunha 2005, p. 52) suggest a period between 1200-800 BC for their utilization.

Important elements in the Baiões/Santa Luzia metallurgy Mediterranean connection are the bronze weights with known exemplars in CSG, CSL and CAN. Present also in the LBA culture group of Beira Interior (in the sites of Monte do Trigo and Moreirinha), the connexion of the exemplars of CSG with the Cypriot and Aegean metric systems and the ones from CAN with Levantine (Phoenician-Canaanite) system (Vilaça 2003, p. 466-468) rise the question of their role in a socioeconomic environment of little or none goods circulation and mainly domestic forms of production.

The only metallurgical technique with an east Mediterranean origin that we find in Baiões/Santa Luzia culture group is gilding by thermo-diffusion, applied to an ornamental nail from CSR (Figueiredo *et al.* 2010a). The gilding technique explains it being made necessarily of copper. Copper use in this culture group, besides rivets production, is attested in the Tartessian belt hook fragment from Canedotes habitat (Valério *et al.* 2007), with a parallel in a different regional area, a LBA context in Trás-os-Montes, where another fragment of such a Tartessian belt hook of copper was found in Fraga dos Corvos Rock-Shelter 2 (Figueiredo *et al.* 2009). The gilding process demonstrated for the CSR nail can very well be the basis for the need of making such artefacts with copper and not bronze.

To take into perspective these very early Mediterranean cultural influences into the Baiões/Santa Luzia culture group we should consider the questions of tin accessibility and of the so called "stele route" (Nunes 1960).

The inception of LBA in Iberia south of the Tagus River (in the last quarter of the second millennium BC) will see the generalization of binary bronze production. This technological change supposes the possibility of regular access (even if in small scale) to tin ore. This metal is available, under the form of cassiterite (tin oxide), in the alluvial placers found since the Portuguese Beiras to the Iberian Northwest.

LBA Andalucía connexions with the Tagus basin can be represented by the arrival in Beira Interior of stroke-burnish pottery decorations but more important is the ending there of the "stele route" (Nunes 1960; Nunes & Rodrigues 1957; Ruiz-Gálvez & Galán Domingo 1991; Galán Domingo 1994). Here, in the Sabugal area, two new such items were found recently[10], marking the northern most extreme of its coherent distribution in western Iberia.

If, as we think, the Mediterranean pre-Phoenician influences in the Portuguese Beiras are linked to tin procurement from southern Iberia then the probable route there would follow the "stele route" even before its signalling by this particular form of engraved stones.

[10] Those were presented in October 1999 in the Sabugal meeting on "Stele and menhir-statue".

Bronze production by co-smelting of cassiterite and malaquite in open-vessel, as demonstrated for Baiões/Santa Luzia metallurgy, can also explain the lack of archaeological findings of tin ingots in western Iberia. Tin could well circulate under the form of Cassiterite crystals. If this implies circulation (even in small scale) of tin and gold from the Portuguese Beiras southwards that could also explain both the early presence there of bronze weights, fibulae and iron blades of Mediterranean type.

We think that the development in western Iberia of a Phoenician presence, between the 8th and 6th centuries BC, as demonstrated by the development of the ports of trade of Santarém and Santa Olaia (Arruda 2000), can be linked, besides the coming of age of the "stele route", to new efforts to reach the interior gold and tin producing areas of the Portuguese Beiras. Those efforts were not very successful in the case of the Baiões/Santa Luzia culture group, where only the double resort fibula and pieces of an orientalising beige pottery vessel from COCB demonstrate some evidence of such a contact. Otherwise, they met with little more success in what concerns the Beira Interior group, as shown by the orientalising artefacts recovered in the settlement of Cachouça (located in the south and near the Tagus River valley – Vilaça 2007, p. 70-74; Vilaça & Basílio 2000), with their relative small number in terms of the local material culture that is not enough to let us talk of a local transition to the Iron Age.

The location of Santa Olaia, a Late Bronze Age settlement which dominates the Mondego's Ria, implies a Phoenician interest in the metals from the hinterland in between other resources. The purposed chronology of Santa Olaia as a port of trade (from the end of the 8th century BC to the 6th – Arruda 2000, p. 254, 258) is too late as to link it to the main phase of the Baiões/Santa Luzia culture group development but makes it possible to relate it to its probable ending.

Considering that the search for tin, gold and even bronze inland could well be the main reason for the Phoenician establishment in Santa Olaia, the scale of metal production that can be proposed for the Baiões/Santa Luzia known sites (mainly in the range of a few hundred grams yearly per site – Senna-Martinez & Pedro 2000a, p. 66-67) might have frustrated their efforts. That Santa Olaia develops its own local capacity for metal producing (probably iron – Arruda 2000, p. 238-239) can then be seen as an alternative solution for the economic viability of the Phoenician establishment, as well as clear indication of the shortcomings of metal flux from more inland areas. If we add to iron producing the capture of slaves in the hinterland, in close cooperation with the Phoenician littoral clients, this may allow us to connect Phoenician establishment in Santa Olaia with the collapse of Baiões/Santa Luzia culture group inland settlements (collapse, we think, occurs between the 7th and 6th centuries BC – Senna-Martinez 2011, p. 293). This reasoning can also contribute to explain the survival and development

into the second Iron Age of littoral settlements, namely Crasto de Tavarede and Conímbriga (Correia 1993; Arruda 2000, p. 244 and 245).

4. CONCLUDING...

The archaeological as well as archaeometallurgical evidence we now have for the Baiões/Santa Luzia culture group strongly militates against the generalized idea that in Western Iberia LBA could exist large and conspicuous smelting installations producing many tones of slag as well as small scale workshops. Such a description surely does not fit our evidence and, to our knowledge, no such "large and conspicuous smelting installations" are known in Iberia in pre-Phoenician times.

The previously suggested un-economic nature of metal production among the Baiões/Santa Luzia cultural group (Senna-Martinez 1996) is now clarified by the present study. The main productive activities of land exploitation for fruit gathering (namely acorns), farming and cattle raising could well coexist, for some specialized individuals, with small scale mining and metal artefact producing. Generally, the available evidence suggests that the small scale kind of metalworking and smelting documented were probably activities which required no special facilities (such as the complex furnaces and large infrastructures, in Eastern Mediterranean cultures for example) and no high task specialization (various metallurgical procedures performed in the same place possibly by a very small number of individuals), being thus perfectly adequate to be performed inside the settlements, at a "domestic" and "part time" level.

In the guise of conclusion, we could say that, according to our research, what seems to differentiate bronze production between east and west Mediterranean LBA is less a question of technical skills then of scale of production derived from very different social needs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been carried out in the framework of the project METABRONZE (Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age) financed by the Portuguese Science Foundation (FCT) (POCTI/HAR/58678/2004). The second author acknowledges the FCT for the SFRH/BD/27358/2006 and SFRH/BPD/73245/2010 grants. CENIMAT/I3N funding by FCT/MCTES is acknowledged by RJCS.

REFERENCES

ARMBRUSTER, B. (2002-2003). A Metalurgia da Idade do Bronze Atlântico do Castro de Nossa Senhora da Guia, de Baiões (S. Pedro do Sul, Viseu). *Estudos Pré-Históricos*. 10-11. 145-155.

CARREIRA, J. R. (1994). A Pré-História Recente do Abrigo Grande das Bocas (Rio Maior). *Trabalhos de Arqueologia da Eam*. 2. 47-144.

COLOMER i SOLSONA, L. (2005). Cerámica Prehistórica y trabajo femenino en El Argar: Una aproximación desde el estudio de la tecnología cerámica. In SÁNCHEZ ROMERO, M. (ed.). *Arqueología y género*. Universidad de Granada. p. 177-217.

CORREIA, A.; SILVA, C. T. & VAZ, J. L. (1979). Catálogo da Colecção Arqueológica Dr. José Coelho. *Beira Alta*. 38(3). 605-638.

CORREIA, V. H. (1993). Os materiais pré-romanos de Conímbriga e a presença fenícia no baixo vale do Mondego. *Estudos Orientais. IV. Os Fenícios no Território Português*. Lisboa. p. 229-283

DAVEAU, S. (1980). Espaço e tempo. Evolução do ambiente geográfico de Portugal ao longo dos tempos pré-históricos. *Clio*. 2. 13-37.

DIAS, J. M. A. (1987). *Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental portuguesa setentrional*. Lisboa: University of Lisbon. PhD Dissertation.

FERREIRA, A. B. (1978). *Planaltos e Montanhas do Norte da Beira*. Lisboa: Universidade de Lisboa. «Memórias do Centro de Estudos Geográficos», 4.

FIGUEIREDO, E. (2010). *A Study on Metallurgy and Corrosion of Ancient Copper-Based Artefacts from the Portuguese Territory*. Lisbon. PhD dissertation on Conservation and Restoration speciality Sciences of Conservation, presented to the Faculty of Sciences and Technology, Lisbon New University.

FIGUEIREDO, E.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. J. C.; FERNANDES, F. M. B.; SENNA-MARTINEZ, J. C. & VAZ, J. L. I. (2006). Metallographic studies of copper based scraps from the Late Bronze Age Santa Luzia archaeological site (Viseu, Portugal). In FORT, ÁLVAREZ DE BUERGO, GORNEZ-HERAS & VÁSQUEZ-CALVO (eds.). *Heritage, Weathering and Conservation*. London: Taylor and Francis.

FIGUEIREDO, E.; SILVA, R. J. C.; ARAÚJO, M. F. & SENNA-MARTINEZ, J. C. (2010a). Identification of ancient gilding technology and Late Bronze Age metallurgy by EDXRF, Micro-EDXRF, SEM-EDS and metallographic techniques. *Microchimica Acta*. 168. 283-291, doi: 10.1007/s00604-009-0284-6.

FIGUEIREDO, E.; SENNA-MARTINEZ, J. C. ; SILVA, R. J. C. & ARAÚJO, M. F. (2009). Orientalizing Artifacts from Fraga dos Corvos Rock Shelter in North Portugal. *Materials and Manufacturing Processes*. 24. p. 949-954.

FIGUEIREDO, E.; SILVA, R. J.C.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; ARAÚJO, M. F.; FERNANDES, F. M. B. & VAZ, J. L. I. (2010b). Smelting and recycling evidences from the Late Bronze Age habitat site of Baiões (Viseu, Portugal). *Journal of Archaeological Science*. 37. 1623-1634.

FIGUEIREDO, E.; SILVA, R. J.C.; ARAÚJO, M. F. & SENNA-MARTINEZ, J. C. (2011). Characterisation of Late Bronze Age large size shield nails by EDXRF, micro-EDXRF and X-ray digital radiography. *Applied Radiation and Isotopes*. 69. 1205-1211.

GALÁN DOMINGO, E. (1994). *Estelas, paisaje y territorio en el Bronce Final del Suroeste de la Península Ibérica*. «Complutum Extra», 3. Madrid: Editorial Complutense.

GARCIA, F. *Ed.* (1963). *Minas concedidas no Continente desde Agosto de 1836 a Dezembro de 1962*. Lisboa: Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos. 2ª Ed.

GIL, F. B.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; GUERRA, M. F.; SERUYA, A. I. & FABIÃO, C. (1989). Produções metalúrgicas do Bronze Final do Cabeço do Crasto de S. Romão, Seia: uma primeira análise. In *Actas do I Colóquio Arqueológico de Viseu*. Viseu. p. 235-248.

JANSSEN, C. R. (1985). História da vegetação. In DAVEAU, S. (ed.). *Livro-Guia da Pré-Reunião. Glaciação da Serra da Estrêla – Aspectos do Quaternário da Orla Atlântica*. Lisboa: G.T.P.E.Q.-G.E.T.Q. p. 66-72.

JANSSEN, C. R. & WOLDRINGH, R. E. (1981). A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra*. 16. 32. 299-309.

KNAAP, W. O. V. & VAN LEEUWEN, J. F. N. (1994). Holocene vegetation, human impact, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. In LOTTER, A. F. & AM-MANN, B. (eds.). *Festschrift Gerhard Lang*. «Dissertationes Botanicae». 234. p. 497-535.

MARTINS, A. F. (1940). *O Esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra.

NUNES, J. C. (1960). A propósito da estela de Meimão. *Revista de Guimarães*. 70. 86-108.

NUNES, J. C. & RODRIGUES, A. V. (1957). Dos nuevas espadas del Bronce Final en Portugal. *Zephyrus*. 8(2). 279-285.

OLIVEIRA, A. (1971). *A Vida Económica e Social de Coimbra de 1537 a 1640*. Coimbra, Vol. I.

OLIVEIRA, A. (1972). *A Vida Económica e Social de Coimbra de 1537 a 1640*. Coimbra. Vol. II.

REPREZAS, J. L. (2010). *A Cerâmica Decorada do Mundo Baiões/Santa Luzia*. Lisboa: Universidade de Lisboa. MA thesis in Archaeology.

RIBEIRO, O. (1986). *Portugal o Mediterrâneo e o Atlântico*. Lisboa: Sá da Costa. 4ª Ed.

RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H. & DAVEAU, S. (1987). *Geografia de Portugal. I. A Posição Geográfica e o Território*. Lisboa: Sá da Costa.

RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H. & DAVEAU, S. (1988). *Geografia de Portugal. II. O Ritmo Climático e a Paisagem*. Lisboa: Sá da Costa.

RUIZ-GÁLVEZ, M. & GALÁN DOMINGO, E. (1991). Las estelas del Suroeste como hitos de vías ganaderas y rutas comerciales. *Trabajos de Prehistoria*. 48. 257-273.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (1996). The symbolism of power in Central Portugal Late Bronze Age communities. *Máthesis*. 5. 9-21.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (1998). Produção, ostentação e redistribuição: estrutura social e economia política no Grupo Baiões/Santa Luzia. In JORGE, S. O. (ed.). *Existe uma Idade do Bronze Atlântica?* Lisboa: IPA. p. 218-230.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2000a). O «Grupo Baiões/Santa Luzia» no Quadro do Bronze Final do Centro de Portugal. In SENNA-MARTINEZ, J. C. & PEDRO, I. (eds.). *Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu*. Viseu: Governo Civil do Distrito de Viseu e Museu Nacional de Arqueologia. p. 119-131.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2000b). O problema dos primeiros ferros peninsulares em contextos do Bronze Final da Orla Atlântica: os dados do «Outeiro dos Castelos de Beijós» (Carregal do Sal). *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. 6. 41-58.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2005). O outro lado do comércio orientalizante: Aspectos da produção metalúrgica no pólo indígena, o caso das Beiras Portuguesas. In *Actas del III Simpósio Internacional de Arqueologia de Mérida: Protohistoria del Mediterráneo Occidental*. Mérida. Madrid: CSIC. p. 901-910.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2010). «Um mundo entre mundos» O grupo Baiões / Santa Luzia, sociedade, metalurgia e relações inter-regionais. *Iberografias*. 6.13-26.

SENNA-MARTINEZ, J. C. (2011). La «conexión lusitana»: contactos orientalizantes y búsqueda de estaño y oro en el Centro-Norte portugués. In DOMÍNGUEZ PÉREZ, J.C. (ed.). *Gadir y el Círculo del Estrecho revisados. Propuestas de la arqueología desde un enfoque social*. Cádiz: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. p. 285-296.

SENNA-MARTINEZ, J. C. & PEDRO, I. (2000a). Between Myth and Reality: the foundry area of Senhora da Guia de Baiões and Baiões/Santa Luzia Metallurgy. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. 6. 61-77.

SENNA-MARTINEZ, J. C. & PEDRO, I. (eds.). (2000b). *Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu*. Viseu: Governo Civil do Distrito de Viseu e Museu Nacional de Arqueologia.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; GARCIA, M.F. & ROSA, M.J. (1984). Contribuições para uma tipologia da olaria do megalitismo das Beiras: olaria da Idade do Bronze (I). *Clio/Arqueologia*. 1. 105-138

SENNA-MARTINEZ, J. C. & VENTURA, J. M. Q. (2008). Do mundo das sombras ao mundo dos vivos: Octávio da Veiga Ferreira e o megalitismo da Beira Alta, meio século depois. In *Homenagem a Octávio da Veiga Ferreira. Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras: Câmara Municipal. 16. p. 317-350.

SENNA-MARTINEZ, J. C.; ARAÚJO, M. F.; VALÉRIO, P. & PEIXOTO, H. (2004). Estudos sobre a Arqueometalurgia do Grupo Baiões/Santa Luzia: (1) Uma ponta de lança do Castro da Senhora das Necessidades (Sernancelhe). *O Arqueólogo Português*. Série IV. 22. 319-331.

VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F.; SENNA-MARTINEZ, J. C. & VAZ, J. L. I. (2006). Caracterização química de produções metalúrgicas do Castro da Senhora da Guia de Baiões (Bronze Final). *O Arqueólogo Português*. Série IV. 24. 289-319.

VAN DEN BRINK, L. M. & JANSSEN, C. R. (1985). The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palinology*. 44. 193-205.

VILAÇA, R. (1995). *Aspectos do povoamento da Beira Interior (Centro e Sul) nos finais da Idade do Bronze*. Lisboa: IPPAR. «Trabalhos de Arqueologia», 9, 2 Vols.

VILAÇA, R. (2007). A Cachouça (Idanha-a-Nova, Castelo Branco). Construção e organização de um caso singular de inícios do I milénio AC. In *Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*. Faro. p. 67-75.

VILAÇA, R. & BASÍLIO, L. (2000). Contributo para a Caracterização Arqueológica da I Idade do Ferro da Beira Interior. Cerâmicas a Torno da Cachouça. *Al-Madan*. 9. 39-47.

VILAÇA, R. & CUNHA, E, (2005). A Roça do Casal do Meio (Calhariz, Sesimbra): Novos contributos. *Al-Madan*. 13. 48-57.

METALLURGY AND SOCIETY IN "BAIÕES/SANTA LUZIA" CULTURE GROUP:
RESULTS OF THE METABRONZE PROJECT

Abstract: Since 1984 references to the so called "Baiões Hoard" supported several studies on the Western Europe LBA metallurgy and its relations with the Mediterranean. The revision of its materials for the exhibition "Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu" (MNA 2000-2001) provided the basis to its characterization not as a hoard but as part of a foundry area. During the exhibition it was also possible to publicly present the large majority of the known artefacts connected to the metallurgy of this Culture Group.

As a result of the 2000/2001 exhibition it was then possible to submit to the Portuguese National Science Foundation (FCT) the project "Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age (METABRONZE)" (POCTI/HAR/58678/2004). In this paper, we are presenting the results of this project as well as their profound repercussions on the understanding and characterization of metallurgical production in the Late Bronze Age Baiões/Santa Luzia culture group.

Key-Words: Baiões/Santa Luzia culture group, Arqueometallurgy, Late Bronze Age, Centre Portugal.

Resumo: Desde o já longínquo ano de 1984 que o conjunto denominado "depósito de Baiões" tem vindo a constituir referência para os estudos sobre a metalurgia do Bronze Final da Orla Atlântica da Europa e suas relações com o Mediterrâneo. A sua revisão, aquando da exposição "Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu" (MNA 2000-2001), permitiu perspectivá-lo como parte integrante de uma área de fundição, bem como apresentar a público, pela primeira vez, a quase totalidade dos conjuntos artefactuais relacionados com a metalurgia deste Grupo do Bronze Final Centro-Português.

Como consequência deste conjunto de circunstâncias foi então possível apresentar e obter financiamento da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) para um projecto intitulado "Metalurgia e Sociedade no Bronze Final do Centro de Portugal – METABRONZE" (POCTI/HAR/58678/2004). São os resultados obtidos no decurso deste projecto e as suas profundas repercussões no entendimento e caracterização das produções metalúrgicas do Mundo Baiões/Santa Luzia que aqui se apresentam.

Palavras Chave: Grupo Baiões/Santa Luzia, Arqueometalurgia, Bronze Final, Centro de Portugal.

METALURGIA DO CASTRO DO CABEÇO DA ARGEMELA (FUNDÃO): FORMAS, CONTEÚDOS, PRODUÇÕES E CONTEXTOS

RAQUEL VILAÇA[1]
SARA ALMEIDA[2]
CARLO BOTTAINI[3]
JOÃO NUNO MARQUES[4]
IGNACIO MONTERO-RUIZ[5]

1. O CASTRO DO CABEÇO DA ARGEMELA

Podemos dizer que o Castro do Cabeço da Argemela é conhecido desde a profundidade dos tempos, já que são várias as lendas a si associadas, constituindo ainda hoje uma emotiva referência para as populações que, quotidianamente, o avistam e com ele se identificam quando se perguntam sobre seu passado.

Não se estranha, assim, que se encontre já referido como antigo castro em obras de José Ignacio Cardoso (1861, p. 22-23), Martins Sarmento (1883, p. 9), ou Tavares Proença (1908, p. 22-23), entre outros.

Mas o Cabeço da Argemela não é só conhecido na bibliografia histórica e arqueológica, nem importa apenas a arqueólogos. As particularidades do seu depósito mineral

---

[1] Instituto de Arqueologia. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto (CEAUCP-FCT). rvilaca@ci.uc.pt

[2] Gabinete para o Centro Histórico da Câmara Municipal de Coimbra. Co-responsável pelas intervenções arqueológicas. sara_almeida11@hotmail.com

[3] Doutorando do 3.º Ciclo de Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto (CEAUCP-FCT). keret18@yahoo.it

[4] Mestrando do Instituto de Arqueologia. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Co-responsável pelas intervenções arqueológicas. Palimpsesto. Estudo e Preservação do Património Cultural Lda. jnmarques@palimpsesto.pt

[5] Instituto de História. Centro de Ciências Humanas y Sociales (CCHS-CSIC). ignacio.montero@cchs.csic.es

microgranítico/feldspático tornam-no alvo de interesse em termos de exploração industrial. Efectivamente, pelo menos desde finais dos anos noventa do século passado a "Unizel-Minerais Lda." tem vindo a explorar o cabeço, embora com acompanhamento arqueológico só a partir de 2003, após parecer solicitado a um dos autores (R.V.), em finais de 2002. O interesse manifestado por aquela empresa na ampliação da área de exploração conduziu, primeiro, ao traçado de um plano de avaliação de potencial arqueológico, depois, à materialização, no terreno, de prospecções, acompanhamento arqueológico e sondagens arqueológicas, as quais se efectuaram sob responsabilidade da "Palimpsesto – Estudo e Preservação do Património Cultural, Lda.".

Por iniciativa da Câmara Municipal do Fundão, o sítio encontra-se em vias de classificação como "Imóvel de Interesse Municipal".

Este texto tem como objectivo apresentar um primeiro estudo sobre a metalurgia deste povoado muralhado, reservando-se uma análise mais desenvolvida para a monografia, que se prepara[6].

O sítio revelou duas grandes fases de ocupação no I milénio a.C., uma nos seus inícios, i.e. Bronze Final/Ferro Inicial, a outra enquadrável nos seus finais, no que se poderá designar por II Idade do Ferro, fase ainda bastante mal caracterizada nesta região da Beira Interior.

2. LOCALIZAÇÃO E CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

O Castro do Cabeço da Argemela localiza-se na freguesia de Lavacolhos, concelho do Fundão, muito perto do seu limite NE, o qual faz fronteira com o da Covilhã.

As coordenadas geográficas, segundo a "Carta Militar de Portugal", esc. 1:25 000, folha n.º 245 (Silvares, Fundão), são as seguintes: latitude – 40º 09' 22" N; longitude – 7º 36' 12" W (Greenwich); altitude 746 m (Fig. 1).

O Cabeço corresponde a elevação de forma cónica (Fig. 2), muito bem destacada e visível, particularmente do quadrante norte, portanto desde os contrafortes sul e oriental da serra da Estrela. Pelo contrário, quando observado do lado sudeste é mais difícil a sua identificação uma vez que se insere na linha de relevos da designada Serra do Gomes, junto à Gardunha.

O substrato rochoso é constituído por xistos argilosos. Exceptua-se o topo do cabeço onde se concentra, num raio de aproximadamente 300 m, importante con-

---

[6] Entretanto, apresentaram-se já publicamente os resultados preliminares das sondagens arqueológicas (Marques *et al.* "O castro do cabeço da Argemela. Trabalhos desenvolvidos entre 2003 e 2009", Colóquio *Os segredos do subsolo no concelho do Fundão*, Fundão, Fevereiro de 2011). Existem também dois relatórios policopiados: Vilaça R. e Marques J. N. (2003). *Prospecção, desmatação e avaliação de impacto arqueológico no Cabeço da Argemela – relatório de progresso de trabalhos*, Coimbra; Vilaça R., Marques J. N. e Porfírio, E. (2003). *Sondagens no Cabeço da Argemela – relatório de progresso de trabalhos*, Coimbra.

Figura 1.
Localização do
castro do Cabeço da Argemela.

Figura 2
Castro do Cabeço da Argemela
(vista aprox. de nordeste).

junto de afloramentos graníticos de grão médio, com biotites e moscovites; filões de quartzo leitoso também marcam presença. A cobertura vegetal integra mancha de pinheiros e eucaliptos, mas a sua superfície é dominada por mato rasteiro de carrascos, estevas e giestas.

O sítio integra-se numa região de importantes recursos minerais. A cerca de 1500 m a norte corre o rio Zêzere, antes de iniciar o seu percurso sinuoso para oeste, depois de deixar a Cova da Beira. Para além das suas potencialidades piscícolas, importa sublinhar o papel que terão assumido os aluviões estaníferos e auríferos do rio e ribeiras subsidiárias, como as de Paul, Orondo, Caria, Gaia, etc. (Carvalho 1979; Vilaça *et al.* 2000, p. 192). Também a cerca de 300 m para noroeste existe um campo filoniano quartzoso mineralizado por cassiterite e volframite, explorado até ao séc. XIX (Thadeu 1951, p. 46-47). Todavia, na envolvência do sítio, não são conhecidas provas directas da exploração desses recursos atribuíveis ao I milénio a.C.

Situado no limite mais ocidental da Cova da Beira, o Cabeço da Argemela domina visualmente grande parte dessa depressão tectónica – autêntica via natural estruturada pelo Zêzere – que se desenvolve no sentido noroeste/sudeste, ao longo de cerca de 30 km (Ribeiro *et al.* 1987, p. 151). Aquele seu posicionamento periférico acaba por lhe conferir papel de relevo, ou seja, de interface entre a Cova da Beira e a rede de povoados coevos, alguns dos quais se avistam, como Cabeça Gorda, Quinta da Samaria (Fundão), Senhora da Esperança (Belmonte) (Vilaça *et al.* 2000, p. 200), e o ambiente de montanha propriamente dito que se desenvolve para poente, ainda muito mal conhecido do ponto de vista arqueológico.

O acesso ao povoado pode ser feito a partir do Fundão, seguindo pela estrada municipal 343. Imediatamente antes da ponte sobre o rio Zêzere, junto à aldeia do Barco, vira-se à esquerda na direcção de Lavacolhos e, cerca de 1 km depois, um estradão de terra batida segue até ao topo do cabeço.

3. BREVE APONTAMENTO SOBRE OS TRABALHOS ARQUEOLÓGICOS

3.1. Metodologia

A exploração da pedreira do Cabeço da Argemela impôs a persecução de um programa de trabalhos de diagnóstico e mitigação arqueológica. Destes destaca-se uma componente não intrusiva, assumida pela implementação de acções de prospecção sistemática e o levantamento topográfico do local. Neste âmbito, foi desenvolvido um sistema de monitorização da muralha através da implantação topográfica de sete pontos (quatro sobre a base e três sobre o topo), que são alvo de leituras periódicas anuais e sempre que se procede à utilização de explosivos nos trabalhos de desmonte de pedra. Uma segunda vertente correspondeu ao acompanhamento arqueológico permanente de todos os trabalhos que implicaram revolvimento de solos e desmatação do terreno decorrentes de actividades

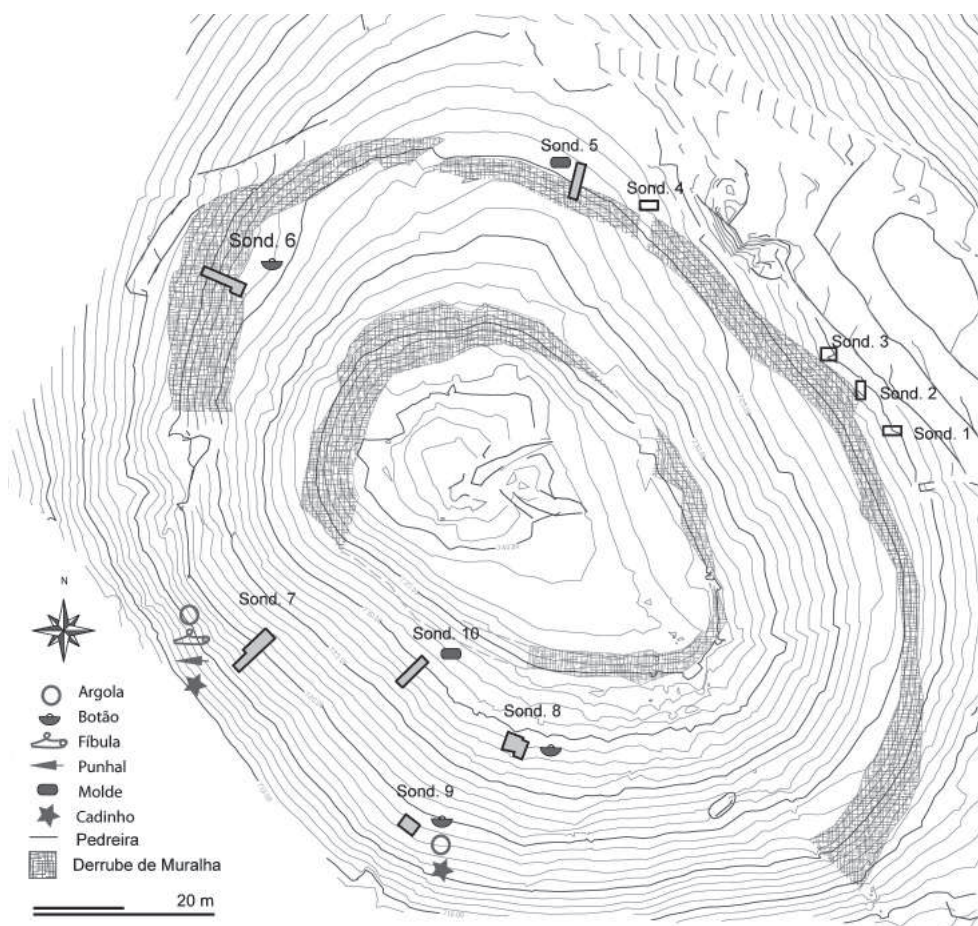



Figura 3. Planta do povoado com localização das sondagens e distribuição espacial dos materiais analisados neste texto.

de exploração mineira. Refira-se que no decorrer dos trabalhos de desmonte da pedreira não foram detectadas ocorrências arqueológicas. Realizaram-se ainda três campanhas de sondagens arqueológicas de avaliação, em 2003, 2006 e 2009, num total de doze sondagens (Fig. 3). Encararam-se como objectivos específicos das intervenções determinar a existência de níveis ocupacionais, estimar o seu grau de conservação, definir a tipologia e cronologia respectivas e, finalmente, obter uma noção acerca da evolução da utilização do solo.

Das três campanhas de escavação desenvolvidas, merece especial realce a última (de 2009) que, contrariamente às anteriores, possibilitou a identificação de níveis preservados da ocupação antiga do castro. Foi também nesta campanha que se recuperou a esmagadora maioria dos elementos relativos à cadeia operatória da metalurgia do bronze.

3.2. Intervenção de avaliação de potencial arqueológico de 2009

A já referida intervenção de diagnóstico consistiu na abertura de cinco sondagens localizadas na vertente SO que revelaram não só testemunhos estratigráficos do povoado proto-histórico como vestígios artefactuais da prática e usufruto da metalurgia naquele período.

Reportando-nos aos principais contextos revelados pela escavação, sublinhe-se a identificação, na *sondagem 6* (Fig. 3), de um conjunto estrutural de natureza defensiva e de modelação de terreno, condicente com utilização e transformação do espaço de domínio público/comunitário, num momento avançado da Idade do Ferro. Referimo-nos concretamente à detecção de um troço da segunda linha de muralha e de um muro de contenção, com aparelhos em alvenaria de pedra seca com terra de permeio e faces toscamente aparelhadas.

O cenário fornecido pela *sondagem 7* revelou uma sequência de seis níveis de ocupação, dentro de uma longa diacronia entre o Bronze Final e a II Idade do Ferro. A tipologia das estruturas descobertas bem como o espólio recolhido apontam para a presença, nesta zona, de ambientes de cariz doméstico/habitacional. Saliente-se a detecção de uma lareira decorada, integrada num abrigo artificial, da II Idade do Ferro, na base da qual se recolheu um fragmento de punhal.

Na *sondagem 8* registou-se pacote estratigráfico relativamente simples marcado por um nível ocupacional da II Idade do Ferro, que assentava em depósitos de aterro de finais da Idade do Bronze.

A *sondagem 9* proporcionou um panorama mais complexo, em que num primeiro momento, fixado na primeira fase de ocupação, o espaço é definido por um lajeado, anulado na Idade do Ferro pela edificação de uma estrutura de planta rectangular.

Finalmente, na *sondagem 10* observaram-se dois níveis de despejo de época sidérica, ao primeiro dos quais se associa uma lareira estruturada que parece ter funcionado ao ar livre.

A compilação destes dados permite traçar um quadro que confirma a ocupação continuada desta vertente, inclusive em pontos relativamente afastados da acrópole do povoado, durante os finais da Idade do Bronze e os derradeiros momentos da Idade do Ferro. Revelou-se a apropriação integral do espaço na sua delimitação perimetral, na modelação do terreno e na estruturação interna do solo disponível, marcada pela alternância de espaços descobertos, eventualmente de domínio supra-familiar, com unidades construídas de carácter doméstico e de onde provêem alguns elementos relacionados com actividades produtivas como a metalúrgica, moagem, tecelagem e pesca.

4. A PRODUÇÃO METALÚRGICA

4.1. Contextos dos achados

Os materiais respeitantes à actividade metalúrgica do Cabeço da Argemela – líticos, cerâmicos e metálicos (ligas de cobre) têm proveniência diversa[7]. A esmagadora maioria resultou das escavações (Fig. 3) e prospecções desenvolvidas nos últimos anos, mas ao longo do tempo, e em distintos momentos, outras recolhas de superfície foram efectuadas e, em parte, publicadas, nomeadamente um molde múltiplo de agulhas ou alfinetes, encontrado nos anos oitenta ou noventa do século passado (Vilaça 1998, p. 357; Vilaça *et al.* 2000, p. 202 e fig. 10-12). Outros dois moldes provêem igualmente de prospecções intencionais. Todos eles pertencem ao Museu Arqueológico Municipal José Monteiro (Fundão), ou integrarão, muito em breve, o seu acervo. Alguns, como o punção e o fragmento de agulha, recolhidos em 2004 junto da primeira perfuração da Unizel, fazem já parte da exposição permanente.

Em contexto de escavação foi recuperado um molde na *sondagem 5*, em nível de derrube pós-abandono, realizada em 2003. Os demais elementos são das escavações de 2009. A *sondagem 6* forneceu um botão (n.º inv. 6), um fragmento de haste curvilínea (n.º inv. 7) e cinco fragmentos de escória (n.º inv. 1 a 5). Todos estes materiais resultam de contextos de pós-abandono, excepto dois fragmentos de escória (n.º inv. 2 e 5) que se reportam à II Idade do Ferro. Na *sondagem 7* recolheram-se três fragmentos indeterminados (n.º inv. 15, 16 e 17), um fragmento de haste de secção quadrangular (n.º inv. 13), um outro de secção sub-circular (n.º inv. 14), um fragmento de lâmina (n.º inv. 10), uma argola (n.º inv. 11), um fragmento de punhal (n.º inv. 12), uma fíbula (n.º inv. 26), dois fragmentos de escória (n.º inv. 8 e 9) e um fragmento de cadinho (n.º inv. 27). Destes, as escórias, o fragmento de cadinho, a argola e um fragmento indeterminado procedem de níveis de revolvimento; os fragmentos de punhal, de haste de secção subcircular e um outro indeterminado são de depósitos da II Idade do Ferro e os restantes (fíbula, fragmentos de lâmina, haste de secção quadrangular e indeterminado) encontravam-se em níveis preservados de finais da Idade do Bronze. Da *sondagem 8* provêem um botão (n.º inv. 19) e um fragmento de placa (n.º inv. 18), ambos datáveis do Bronze Final. Na *sondagem 9* recolheram-se uma agulha/fusilhão (n.º inv. 20), sete botões (n.º inv. 21), uma argola (n.º inv. 22), um fragmento indeterminado (n.º inv. 23), uma escória (n.º inv. 24) e um fragmento de cadinho (n.º inv. 25). A agulha/fusilhão e os botões reportam-se a níveis da II Idade do Ferro, enquanto os restantes se inseriam em

[7] Inédito, encontra-se um possível martelo de mineração, em granito, de grande dimensão. De contorno subelíptico e secção plano-convexa, possui característico sulco central a toda a volta da peça. Cronologia desconhecida. Encontra-se depositado no Museu Municipal do Fundão, com registo que indica tratar-se de peça do Cabeço da Argemela adquirida, em 1964, por Alves Monteiro.

níveis de finais da Idade do Bronze. A *sondagem 10* proporcionou um fragmento de molde recolhido em nível de revolvimento.

4.2. Materiais

Os elementos relacionados com a metalurgia, entendendo-a num sentido abrangente, i.e. envolvendo todos os elementos intervenientes na cadeia operatória da produção do bronze, somam um total de 40 registos, distribuídos pelas seguintes categorias: dois cadinhos, cinco moldes, vinte e cinco artefactos e produtos semi-elaborados, oito escórias. Neste estudo seleccionaram-se alguns deles que passamos a apresentar e comentar.

4.2.1. Cadinhos

Um dos fragmentos de cadinho (Fig. 4-6) corresponde a bordo de lábio convexo e ligeiramente reentrante. A forma é subesférica com vestígios de arranque de cabo; não é possível saber se teria bico. Apresenta pasta compacta de tom castanho-claro, sendo de sublinhar a sua espessura, de c. 2 cm. A superfície interior encontra-se parcialmente vitrificada com restos de metal aderente, apresentando manchas de tom acinzentado, esverdeado e avermelhado.

O outro corresponde a pequeno fragmento de bojo com c. 1,7 cm de espessura e pasta com características idênticas à da peça anterior. No interior, de aspecto esponjoso, o tom é acinzentado possuindo restos de metal de tom esverdeado.

Comentário:

Os vestígios de metal das superfícies interiores destes recipientes indicam utilização efectiva no processamento da produção do bronze (cfr. adiante parte analítica).

Embora não tenha sido possível determinar, pelo estado de fragmentação, a sua capacidade volumétrica, é evidente a sua modéstia, de resto compatível com a quantidade de bronze que terá sido manipulada, conforme revelam os moldes e os próprios artefactos encontrados. Um dos fragmentos integra-se no tipo D1 de Tylecote i.e. com cabo maciço ou de alvado para introdução de pega, possivelmente de madeira. Sublinhe-se que este tipo de cadinhos é pouco frequente, embora se conheçam na Beira interior exemplares do Castelejo e Moreirinha (Vilaça 1995, p. 111, 228 e est. LIII-3, CCXXVI-4), e em regiões mais afastadas, como a Extremadura, em San Cristobal (Logrosán) (Rodriguez Diaz *et al.* 2001, p. 30-31).

A presença destes cadinhos na Argemela integra-se em modelo de produção do bronze já conhecido em outros povoados do Bronze Final, designadamente

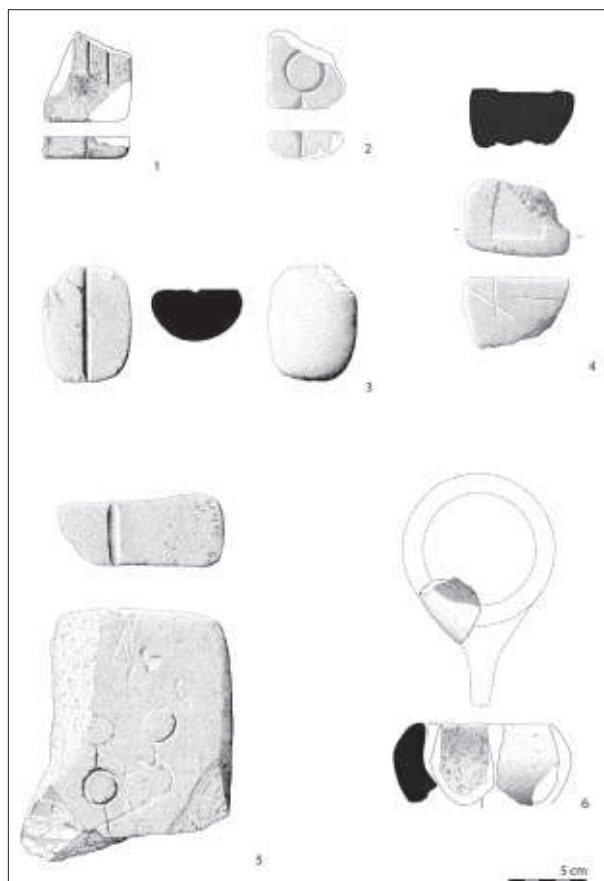



Figura 4.
Moldes e cadinho.

da Beira Interior, como Monte S. Martinho (Castelo Branco) (Farinha *et al.* 1996, p. 49 e 53), Castelejo (Sabugal), Moreirinha e Alegrios (Idanha-a-Nova) (Vilaça 1995, p. 364 e segs.; 1998, p. 155 e segs.).

4.2.2. Moldes

No quadro 1 compilaram-se os principais elementos caracterizadores dos cinco moldes (numerados pela ordem aqui apresentada), todos líticos, reveladores da importância da produção do bronze no Cabeço da Argemela.

Em 1998 foi publicado um molde (Fig. 4-1), fragmentado, em xisto mosqueado, recolhido em prospecções (Vilaça 1998, p. 357; Vilaça *et al.* 2000, p. 202 e fig. 10-12). A sua particularidade reside no facto de possuir matriz múltipla de três sulcos paralelos terminando de forma aguçada, o que indica fabrico de agulhas ou de alfinetes. É também de referir que uma das faces laterais possui, sensivelmente

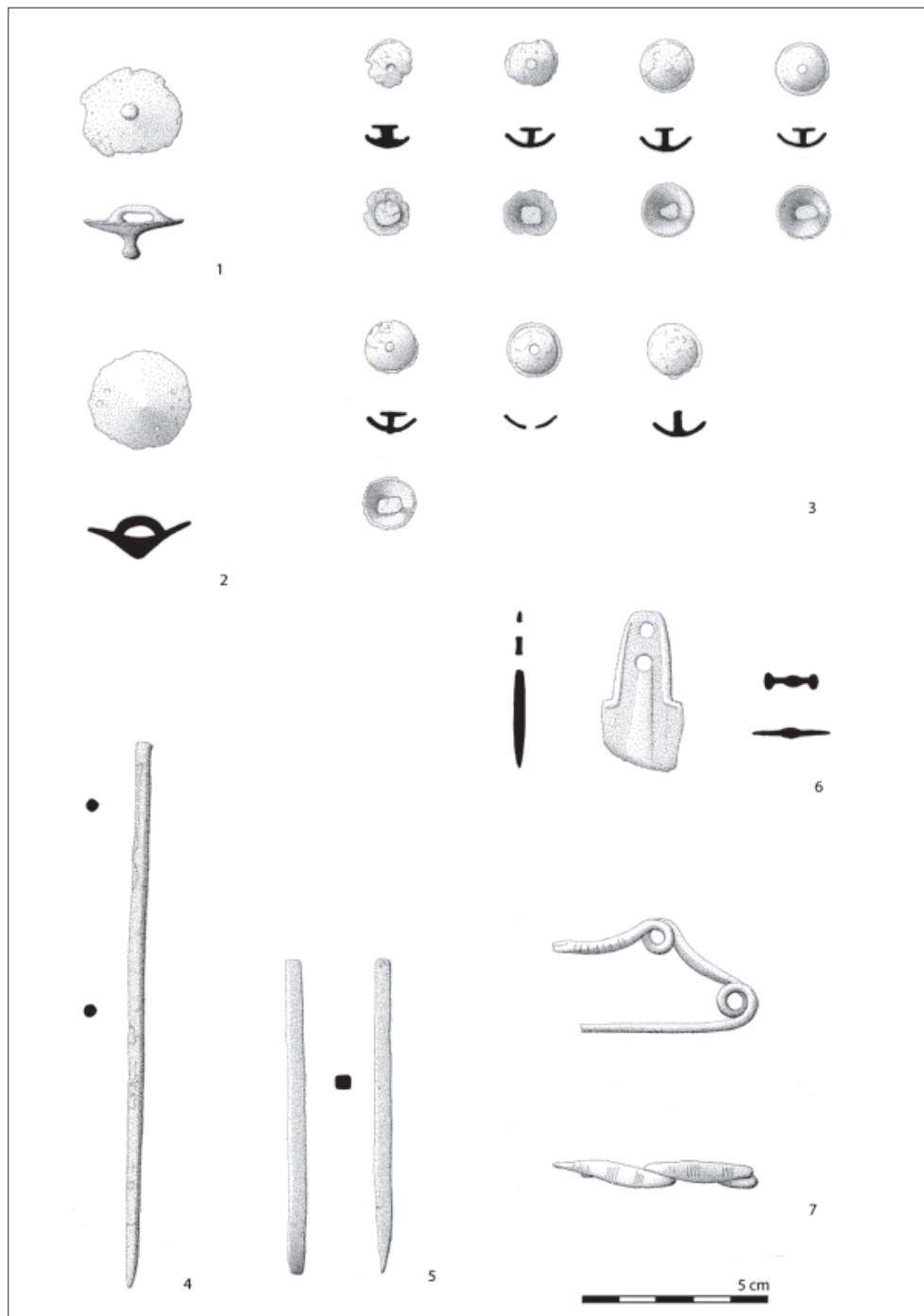



Figura 5. Materiais metálicos.

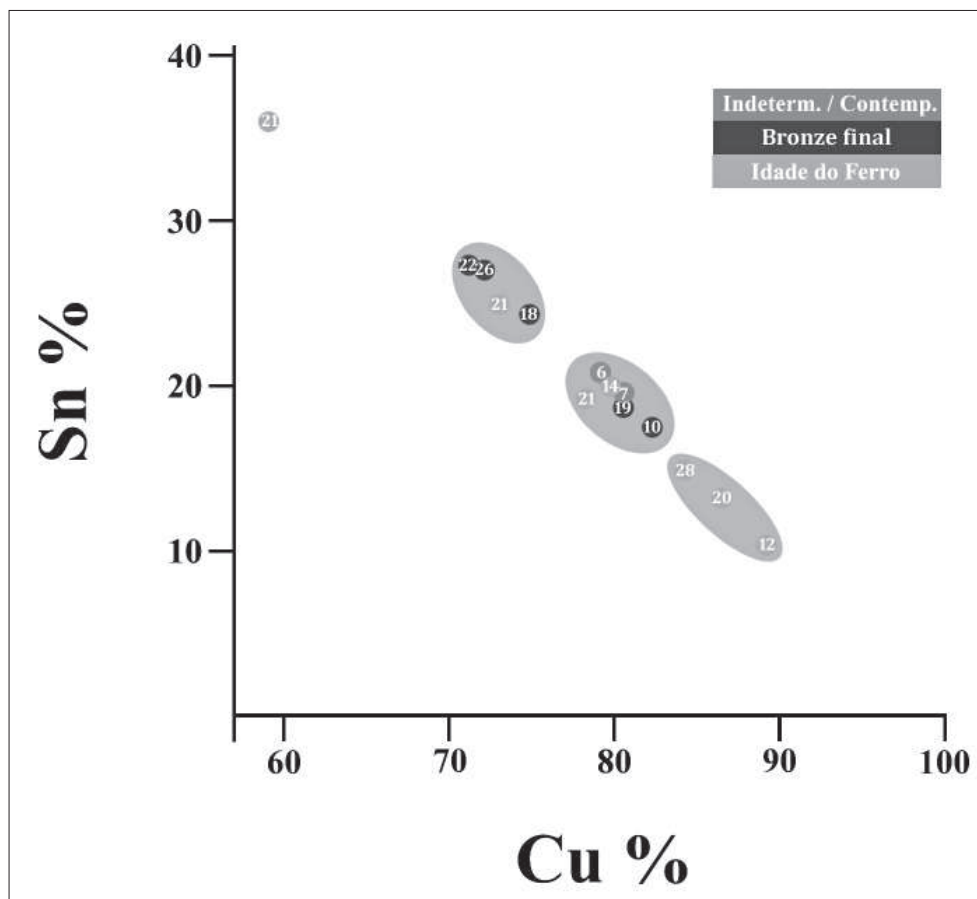



Figura 6. Gráfico de correlação dos valores de cobre e de estanho das peças analisadas.

centrada, ranhura por onde passaria corda para ajuste de valvas. Ambas as faces apresentam vestígios recentes de uso como percutor.

Um outro fragmento (Fig. 4-4), em granito, também recolha de superfície, serviu para o fabrico de machados (ou de *tranchets*?), conforme revela a parte conservada, relativa ao gume. Numa das faces laterais apresenta três sulcos com profundidades diversas, sem funcionalidade prática.

O terceiro fragmento (Fig. 4-3), recolhido à superfície, em granito de grão muito fino, insere-se numa categoria de artefactos cuja funcionalidade como moldes de hastes ou varetas, i.e. possivelmente produtos semi-elaborados, tem sido proposta por diversos investigadores. Todavia, o assunto não está perfeitamente esclarecido, sendo igualmente de admitir que, pelo menos em certos casos, se usariam como afiadores. A classificação aqui apresentada deverá ficar sob reserva, embora naquela

segunda proposta nunca tenha sido explicado o motivo pelo qual a face interna dessas peças seja sempre, como é o caso, perfeitamente plana e polida, e o sulco sempre centrado, o que também se verifica aqui.

O grande molde (Fig. 4-5) para argolas (sond. 5), em xisto mosqueado, possui matriz múltipla em face erodida, embora com sinais de polimento. Nela encontram-se inscritos, com distinta profundidade, dois círculos e dois semi-círculos, cujos diâmetros apresentam 20-21 mm. Dois círculos encontram-se inter-ligados por sulco e de um deles parte um outro interrompido pela fractura da peça. O molde não terá sido totalmente concluído na medida em que alguns dos círculos encontram-se apenas esboçados ou incompletos. Numa das faces laterais de topo encontra-se uma ranhura de secção em U denunciando sistema de fixação de ajuste a duas valvas.

O quinto elemento (Fig. 4-2) é um fragmento (sond. 10) que também serviu para o fabrico de argolas. Cada uma das duas faces laterais conservadas possui pequeno sulco de ajuste das duas partes do molde. De sublinhar que, junto de uma delas, encontra-se o canal de fundição, de perfil em V.

Quadro 1. Moldes do Cabeço de Argemela

Nº	Proveniência	Data	Conservação	Matéria-Prima	Matriz	Tipo	Medidas (cm)	Observações	Figuras
1	Superfície	Finais s. XX	Fragmento	Xisto mosqueado	Múltipla	Agulhas/alfinetes	10,6x10,1x2,5	Ranhura de ajuste	4-1
2	Superfície	2000	Fragmento	Granito	Singular	Machados	4,6x6,8x4,4		4-4
3	Superfície	2000	Completo	Granito	Singular	Varetas	7,5x5,7x3,2		4-3
4	Sond. 5	2003	Fragmento	Xisto	Múltipla	Argolas	15,9x13,7x4,6	Ranhura de ajuste	4-5
5	Sond. 10	2009	Fragmento	Corneana pelítica	Singular	Argolas	5 x 4,8 x 1,7	Ranhura de ajuste com canal de fundição	4-2

Comentário:

O conjunto de moldes do Cabeço da Argemela é muito interessante, a diversos títulos. Desde logo, deve ser assinalado o seu número, que conta com cinco exemplares, bem como a diversidade tipológica dos objectos com eles fabricados, concretamente, argolas, agulhas (ou alfinetes), hastes (ou varetas) e machados (ou *tranchets*?). De um modo geral, para o fabrico dos artefactos em causa – simples e de modesta dimensão —, não seria necessária, de cada vez, grande quantidade de matéria-prima, nem particular e sofisticada perícia na lida das técnicas do fogo.

Depois, há que valorizar a presença de exemplares com matrizes múltiplas, caso de um dos moldes de argolas e do molde de agulhas, revelando a prática de produções em série e simultâneas, uma vez que as matrizes se encontram reunidas numa só face. Mesmo nestes casos, o quadro antes apresentado não se altera substancialmente, atendendo ao tipo de artefactos. Aliás, agulhas (ou alfinetes) e argolas, pela

sua natureza funcional, prestavam-se a múltiplos usos, em si mesmos, ou integrando outros objectos, esses, sim, podendo oferecer um grau de sofisticação mais elevado.

Parece-nos também interessante sublinhar que a preparação do molde múltiplo de argolas não foi concluída, ou seja, as respectivas matrizes apresentam diversos graus de execução: uma delas encontra-se terminada, duas outras iniciadas e a quarta apenas assinalada. Uma vez que o molde se encontra fragmentado, não é de afastar a hipótese de ter sido descartado antes de qualquer uso, interrompendo-se, assim, também a conclusão das matrizes. Todavia, foi finalizada com elevada perfeição a ranhura lateral de ajuste das duas valvas, o que também coloca a questão de se saber se, no processo de preparação dos moldes, seria dada prioridade às matrizes ou às ranhuras de encaixe.

Importa igualmente mencionar a presença, em três dos moldes, destas ranhuras ou linhas de união, elementos fundamentais no ajuste das duas partes dos moldes e cuja simetria seria equivalente a eficácia no processo de fundição. Neste aspecto também se revela a perícia dos bronzistas da (ou que trabalharam na) Argemela.

Por último, é ainda de notar que todos eles recorreram a matérias-primas criteriosamente escolhidas, i.e. com texturas de granulosidade fina e homogénea, para evitar fugas de metal (Rauret Dalmau 1976, p. 71). Por outro lado, todas elas são de proveniência local, portanto, perfeitamente acessíveis, indicando não só o fabrico local dos artefactos, mas igualmente o dos próprios moldes. No caso do molde em corneana pelítica, note-se que se encontra muito alterada[8]. Não há, assim, qualquer motivo para, neste caso, se pensar em eventuais artífices do bronze exógenos ao povoado da Argemela. No entanto, não ignoramos que o uso de moldes de matriz múltipla foi argumento utilizado na defesa da existência de fundidores itinerantes, na medida em que, desse modo, limitariam a quantidade (e peso) dos instrumentos de produção nas suas deslocações (Tylecote 1987, p. 209). Mas tal argumentação talvez seja mais adequada aos casos, que não são estes, de um mesmo molde servir ao fabrico de distintos objectos.

Efectivamente, tendo em mente a carta de dispersão de moldes em contextos de finais do Bronze e tomando como referência apenas a região das Beiras, confrontamonos com uma realidade que ascende a mais de quatro dezenas, completamente desconhecida há cerca de 25 anos atrás, quando Coffyn (1985, p. 232) se debruçou sobre o assunto, assinalando, então, apenas três moldes em todo o território português. O que a evidência arqueológica mostra não é só a proliferação de artefactos metálicos nos habitats do Bronze Final do Centro do território português, como a generalização dos correlativos instrumentos e meios de produção, nomeadamente moldes. Se tomarmos como premissa que os moldes são representativos de arte-

[8] Agradecemos ao Dr. Huet Bacelar Gonçalves a identificação da matéria-prima.

sãos, então, teremos de reconhecer que há artesãos por todo o lado, o que não é compatível com um pressuposto regime itinerante dos mesmos, a menos que esses se limitassem às produções mais sofisticadas e especializadas.

Em termos comparativos, com excepção dos moldes de argolas, muito raros na área ocidental da Península, ao contrário do que ocorre na zona central e oriental (Rauret Dalmau 1976, p. 113), todos os outros encontram diversos e múltiplos paralelos no território português, nomeadamente na região de entre Douro e Tejo.

Entre os mais frequentes contam-se os moldes destinados à fundição de varetas, hastes, agulhas, punções, cinzéis, etc., como ilustram, para as Beiras Interior e Central, entre outros, os casos dos exemplares do Castelejo (Sabugal), Monte do Frade (Penamacor), Alegrios e Moreirinha (Idanha-a-Nova) (Vilaça 1995, p. 326-327 e est. XIX-1 e 3, XXII-2, LXXXII-2, XC-3, CXLIV-1, CLV-1 e 2, CC-3, CCXLV-8), Canedotes (Vila Nova de Paiva) (Canha *et al*. 2007, p. 164), Cabeço do Castro de S. Romão (Seia) (Senna-Martinez & Pedro 2000), etc. Por outro lado, moldes múltiplos para o fabrico de objectos de um mesmo tipo estão documentados em Santa Luzia (Viseu), onde se fabricaram escopros (Russel-Cortez 1970) e agulhas (Pedro 1995, p. 128 e est. LIX– 3 e 5), bem como próximo do rio Erges, área onde recentemente foi identificado um povoado e recolhido um molde para o fabrico de agulhas (?) (Henriques *et al*. 2008, p. 6 e fot. 3). Em outros casos temos moldes também múltiplos, mas destinados a artefactos distintos, por ex. o do Cabeço do Cucão (Silgueiros, Viseu) (Senna-Martinez & Pedro 2000, p. 65), o que sugere a mais que provável garantia de uma contemporaneidade de fabrico.

Está por fazer um estudo conjunto dos moldes de machados do território português. Em termos comparativos, poderemos dizer que seria de esperar um número bem superior ao existente, tendo em conta a quantidade (e diversidade) de machados que foram fabricados e tendo presente, evidentemente, que um mesmo molde serviria ao fabrico de inúmeras peças. Por isso, o molde da Argemela constitui mais um contributo de interesse. Estando reduzido ao gume, é incerta uma atribuição tipológica muito precisa. Todavia, note-se que a peça fabricada teria um gume de espessura muito modesta. Sendo de machado plano, é sabido que esse tipo teve um arco cronológico bastante amplo, podendo chegar a fases finais da Idade do Bronze, como testemunham, por exemplo, os dois casos recentemente publicados de Casarão da Mesquita 3 (São Manços, Évora) (Santos *et al.* 2008) e de Salsa 3 (Serpa, Beja) (Deus *et al.* 2009, p. 518 e fig. 12). Se se confirmasse corresponder a gume de *tranchet*, como a espessura da matriz deixa em aberto, não só a cronologia seria compatível com a primeira das fase da Argemela, como seria o primeiro caso conhecido de um molde para o fabrico daquelas peculiares peças, recentemente estudadas (Vilaça 2010).

Como referimos, igualmente raros são os moldes para o fabrico de argolas, não obstante a vulgaridade dessa categoria de artefactos. Os dois exemplares da Argemela assumem, assim, importância acrescida, reforçada por duas particularidades: canal de alimentação, num, sulcos de ajuste, em ambos, para além da peça n.º 4 possuir matriz múltipla. Cremos que no território português só poderemos referenciar um outro caso, recolha aliás de superfície, proveniente do Castro da Cola (Ourique) (Viana *et al*. 1957). É admissível datá-lo de finais da Idade do Bronze[9] ou inícios da Idade do Ferro, quer pelas suas características, quer pelos paralelos conhecidos, por exemplo, no Levante e Catalunha (entre outros, Rauret Dalmau 1976, p. 114 e segs. e lám. XXII).

4.2.3. Artefactos metálicos

Os 25 registos metálicos, entre peças completas, fragmentadas (algumas de identificação e reconstituição difíceis) e produtos semi-elaborados, comportam uma agulha (ou alfinete?), um cinzel, uma fíbula, um punhal, duas argolas, nove botões, uma lâmina, um fusilhão, três hastes, uma placa e quatro pequenos fragmentos inclassificáveis. Por uma questão de espaço, apenas nos debruçaremos com algum pormenor em determinadas peças.

Os dois achados de superfície, respectivamente um cinzel (8,3 x 0,4 x 0,4 cm) e uma agulha (ou alfinete), fragmentada na extremidade proximal, merecem atenção. Esta (Fig. 5-4), pela sua dimensão (comprimento de 14,5 cm), é pouco comum no Ocidente peninsular. Aquele (Fig. 5-5), pelo contrário, instrumento básico ao trabalho do metalurgista, faz jus a essa actividade, como revela o gume, dissimétrico e desgastado por uso intensivo.

A fíbula (n.º inv. 26) encontra-se incompleta, faltando-lhe a extremidade do fusilhão (c. 6,5 cm completo) e o descanso (Fig. 5-7). É de "arco multicurvilíneo", com cotovelo e mola de duas espiras, cuja secção é circular. Os braços, de secção lenticular, são iguais e possuem finos traços incisos paralelos entre si e apostos perpendicularmente ao sentido daqueles, agrupados em seis conjuntos (três por braço). Fechada, teria uma altura de c. 2 cm; no estado actual apresenta 3,2 cm.

O fragmento de punhal de "tipo Porto de Mós" (n.º inv. 12) (Fig. 5-6) está reduzido à lingueta, de forma subtriangular, com dois orifícios para rebites e início da lâmina (4,2 x 2,1 x 0,3 cm). A demarcação desta é assinalada por dois pequenos entalhes laterais. A peça conserva apenas o início da lâmina, cuja extremidade foi

[9] Recentemente, foram sistematizados os materiais desta época recolhidos no Castro da Cola, confirmando-se a importância da sua ocupação proto-histórica (Vilhena 2006).

afiada, revelando vestígios de uso em contexto da II Idade do Ferro, concretamente junto a lareira decorada.

Dois dos botões (n.º inv. 6 e 19) (Fig. 5-1 e 2) inserem-se em tipologia comum de finais da Idade do Bronze caracterizada por formas subcirculares de cabeça cónica com presilha de fixação pelo reverso; um deles possui destacada protuberância central. Já o conjunto de sete pequenos botões (n.º inv. 21), encontrados conjuntamente sobre piso de argila (sond. 9) da II Idade do Ferro, possuem cabeça subesférica, com sistema de fixação mediante apêndice em forma de "T" (Fig. 5-3).

Comentário:

Os artefactos (ou fragmentos) de bronze da Argemela enquadram-se no que caracteriza, a este nível, a metalurgia de outros povoados do Bronze Final beirão: pequenos objectos, em número modesto, pouco elaborados, conjugando tipos de tradição indígena e atlântica com outros – neste caso uma fíbula – que denunciam abertura e influências do mundo mediterrâneo (Vilaça 2008).

A fíbula merece especial atenção, quer por se tratar de um dos primeiros tipos que circularam em contextos indígenas, quer por oferecer delicada decoração incisa, para além do bom estado de conservação que exibe. Tipologicamente, faz parte do grupo que Salete da Ponte (2006, p. 78, fig. 15; 421) sistematizou como "tipo Ponte 1a", onde também se inserem outras da Beira Central, nomeadamente da Sr.ª da Guia de Baiões, Santa Luzia (Viseu), Castro de S. Romão (Seia), Castelo dos Mouros (Viseu), etc.[10] Trata-se de tipo com assinalável dispersão no Ocidente peninsular, nomeadamente centro e sul do território português. Não é pois de estranhar o achado da Argemela, tipo que, todavia, ocorre pela primeira vez na Beira Interior. Igualmente notável é a presença de decoração incisa, tal como se conhece em outros exemplares peninsulares, sendo de referir, para o território português, os casos das fíbulas de Baleizão (Beja) (Vilaça & Lopes 2005) e de Serra Alta (Moura) (Soares *et al*. 1996, fig. 5-10).

Também de muito interesse são os diversos botões, seja pelo número, seja pela diversidade tipológica, possuindo, possivelmente, significado funcional diferenciado, para além do cronológico. A sua utilização insere-se no domínio do vestuário e adorno pessoal, mas poderá não se circunscrever a eles. Aliás, a própria designação, já convencional e, por isso, por nós utilizada, talvez não seja a mais adequada, pois o seu uso poderá ter sido meramente ornamental, i.e., sem qualquer adaptação a uma "casa".

Um dos grupos é constituído pelos dois botões cónicos, tipo com grande tradição no mundo atlântico de finais do Bronze e expressiva presença peninsular, onde são

---

[10] Para uma bibliografia mais detalhada relativamente às fíbulas citadas no texto ver Ponte 2006.

múltiplos os paralelos que poderíamos referir, desde logo nas Beiras: Moreirinha e Alegrios (Vilaça 1995, p. 340), Monte do Trigo (Idanha-a-Nova)[11], Tapada das Argolas (Fundão) (Vilaça *et al*. 2002-2003, p. 189 e fig. 6-4), Canedotes (Vila Nova de Paiva) (Canha *et al*. 2007, p. 169 e fig. 13), Sr.ª da Guia de Baiões[12], Santa Luzia (Pedro 1995, est. LXI). Esta categoria de botões, por vezes com decoração incisa, não é, todavia, homogénea. A diferenciação da extremidade do cone – com e sem protuberância —, tão bem representada pelos dois exemplares da Argemela, pode ter significado meramente estético ou cronológico, uma vez que também ocorrem em contextos já da Idade do Ferro.

O outro grupo é constituído por pequenos botões, que se diferenciam daqueles no tamanho, na forma e, particularmente, no sistema de preensão. Pelo contexto, serão já da Idade do Ferro. Neste caso, em lugar da presilha ou travessão, por onde passaria um fio cosido ao suporte, encontramos pequeno apêndice em forma de T invertido, que não pode ser confundido com mero prego ou cravo. Estes, por terminarem em pé pontiagudo, podiam ser fixados em superfícies duras. Aqueles adaptam-se melhor a superfícies flexíveis como, por exemplo, tiras de couro. Não é assim de afastar a hipótese de estes pequenos botões terem integrado um cinturão.

Uma outra peça a destacar é o punhal de "tipo Porto de Mós", com lingueta e início da lâmina. O seu interesse particular decorre da transformação física que sofreu e do seu contexto sidérico. Aparentemente, uma peça descartada, porque fragmentada, cujo destino bem poderia ter sido, num contexto do Bronze Final e num processo de reciclagem característico da época, o cadinho. Todavia a peça parece ter conhecido uma segunda "vida". Proveniente de uma lareira da Idade do Ferro, onde, porventura, a actividade metalúrgica seria marginal, o aproveitamento possível de uma tal preciosa pré-existência metálica foi a sua transformação física, por adaptação, recriação, afiando-se a sua extremidade para corte.

Na Beira Interior, conhecia-se já idêntica solução de reciclagem numa pequena lâmina da Tapada das Argolas (Fundão) elaborada possivelmente a partir de lâmina de espada cujos gumes parecem ter sido igualmente afiados (Vilaça *et al.* 2002-03, p. 109 e fig. 7-2).

4.3. Caracterização química

O estudo analítico dos materiais da Argemela realizou-se com o equipamento de Fluorescência de raios-X de energia dispersiva METOREX X-MET 920MP

[11] Dois botões cónicos, um dos quais com apêndice, em estudo por um dos autores (R.V.).

[12] Ao que cremos, inéditos, tal como os semi-esféricos com garras, mas patentes na exposição "Por Terras de Viriato", realizada no Museu Nacional de Arqueologia, em 2000.

dotado com detector de Si(Li) e fonte de Americio 241 (série de análises PA10.000) e com um equipamento portátil INNOV-X com tubo de raios-X (série de análises PA20.000) no Museu Arqueológico Nacional de Madrid[13].

Do conjunto total de elementos relacionados com a produção metalúrgica, foram analisadas 17 peças: 15 artefactos metálicos e 2 cadinhos. Os metais foram previamente preparados, tendo-se procedido à remoção da patina superficial.

Quadro 2. Composição dos metais analisados

N.º análise	N.º inv.	Tipologia	Cu	Sn	Pb	Ni	As	Fe	Ag	Sb
PA20183	19	Botão cónico	80,6	18,9	0,08	0,15	0,25			
PA20185	22	Argola	71,4	27,6	0,96					
PA20189	18	Lâmina	74,9	24,4	0,06		0,6			
PA20190	10	Lâmina	82,2	17,8						
PA20191	26	Fíbula	72	27	0,2			0,1		
PA20182	12	Punhal	89,7	10,1	0,09					
PA20180	14	Vareta	79,9	19,9	0,09			0,09		
PA20211	20	Punção	86,5	13,5						
PA20186	21	Botão	73,1	23,3	2,8			0,75		
PA20187	21	Botão	78,2	19,4	1,96			0,23	0,23	
PA20188	21	Botão	59,3	36	2,69	0,12	0,5	0,53	0,53	
PA20181	6	Botão	79,1	20,8	0,09					
PA20184	7	Vareta	80,5	19,5						
PA12304	28	Agulha (ou alfinete?)	84,2	14,9	0,62				0,239	0,024
PA 12305	29	Cinzel	95,8	0,23	2,11		1,73		0,097	

Conforme se observa no Quadro 2 e Fig. 6, estamos perante um conjunto composto por ligas binárias de bronze com teores de Sn bastante elevados – média global de 19,7%[14] – mesmo se os compararmos com os valores determinados para outros povoados da região com ocupação do Bronze Final (Merideth 1997, p. 147-153).

Com base na relação entre a presença de Sn e Cu (Fig. 6), o material analisado pode ser reunido em três grupos distintos: o primeiro é composto por objectos com percentagem de Sn entre 10 e 15% e são oriundos de níveis da Idade do Ferro; os

[13] Estudo realizado sob orientação de um dos autores (I.M.R.).

[14] A média proposta não contabiliza a análise PA20188 (n. de inv. 21): neste caso, a presença de 36% de estanho deve-se à dificuldade de remover completamente a camada de corrosão.

outros dois grupos, com percentagens entre 15 e 21% e 24 e 28%, respectivamente, não estão vinculados a objectos homogéneos do ponto de vista cronológico.

De facto, numa perspectiva diacrónica, o valor médio de Sn revela alguma diferença entre o grupo atribuído ao Bronze Final (23,14%), o de níveis da II Idade do Ferro (14,36%) e o recuperado em contextos de cronologia indeterminada (18,4%)[15], mantendo-se, em todos os casos, com valores tendencialmente bastante elevados.

Além dos dois elementos principais, as análises destacaram também a presença de algumas impurezas, tais como Ni, Fe, Ag, Sb, As e, principalmente, Pb. Entre as peças com maior presença de chumbo sobressaem três pequenos botões de cabeça subesférica (PA20186: 2,8%; PA20187: 1,96%; PA20188: 2,96%) e o cinzel PA12305. Em relação a esta última peça, recolhida à superfície, é necessário chamar a atenção para a sua composição, uma vez que se trata de liga de cobre (95,8%) e chumbo (2,11%) (cobre "chumbado"), com presença bastante significativa de As (1,73%) e percentagem de Sn (0,23%) inexpressiva. Por conseguinte, não é comparável com o universo analisado.

A presença de ligas de cobre e chumbo, ao que cremos inédita em território português, está contudo documentada, se bem que excepcionalmente, em alguns sítios do Mediterrâneo ocidental, onde, entre o séc. VIII e o VI a.C., também se regista uma tendência para a diminuição dos teores de Sn e uma presença significativa de Cu (Montero-Ruiz 2008, p. 500). A título de exemplo, refiram-se os cobres "chumbados" da costa levantina peninsular, nomeadamente diversos objectos (cinzel, punção, bracelete, pinça e ponta de seta) de Llano de la Espesura (Almería) (Montero-Ruiz 2008, p. 511) e das feitorias fenícias de La Fonteta (Alicante) (Renzi 2009, p. 2588) e de Morro de Mezquitilla (Malaga) (Montero-Ruiz 2008, p. 502). E ainda alguns lingotes de Aljubs (Baleares) (Montero-Ruiz *et al.* 2005), de Sant Jaume Mas d'en Serrà (Garcia i Rupert 2007; Montero-Ruiz *et al*. 2010-2011), para além de outros em forma de "machados" (Renzi 2010).

Quanto ao cinzel de Cu e Pb, o seu contexto de achado impede-nos de lhe atribuir uma cronologia específica, uma vez que esse tipo de instrumento foi utilizado no Bronze Final e na Idade do Ferro. Pela sua composição, e tendo em conta o que caracteriza a metalurgia daquele período nas Beiras (metalurgia binária), trata-se de exemplar incomum, o que deixa em aberto a probabilidade de corresponder a ocupação da Idade do Ferro. Como vimos, as ligas de cobre e chumbo têm uma conotação mediterrânea, caracterizando contextos sidéricos. Não sendo possível ir muito mais além neste momento, não é de afastar a hipótese dos contactos que caracterizaram o centro do território português e o mundo mediterrâneo em finais

[15] Não se teve em conta o cinzel PA12305 porque revelou presença anómala de Sn (cf. adiante).

da Idade do Bronze terem continuado na fase seguinte, neste caso no âmbito da preparação das ligas de cobre.

Aliás, no caso do Cabeço de Argemela, a abertura ao mundo mediterrâneo encontra-se registada no Bronze Final como demonstra a fíbula antes referida[16]. Neste caso deve ser sublinhado o respectivo estudo analítico[17], cuja composição é binária com teores de Sn significativos (27%) e impurezas pouco expressivas. Tratando-se de elemento decorativo, não devendo portanto responder a particulares solicitações mecânicas, o alto teor de estanho poderá eventualmente ser intencional, na medida em que teores entre 20 e 30% conferem aspecto prateado aos bronzes (Giardino 1995, p. 142).

Quanto aos dois fragmentos de cadinho, a caracterização química das escórias das superfícies interiores revela terem sido utilizados na produção de ligas de cobre (Cu+Sn), conforme demonstram os resultados do Quadro 3.

Quadro 3. Composição de escórias dos cadinhos

N.º análise	N.º inv.	Tipo	Fe	Ni	Cu	Sn	Pb	Outros elementos
PA20210	25	Cadinho com cabo	3,7	0	5	4,3	0,1	Light elements: 85,99; Mn: 0,45; Ti: 0,44
PA20209	27	Cadinho	3	---	28	68	1	-------------

5. NOTAS FINAIS

As produções metalúrgicas do Cabeço da Argemela, aqui breve e parcialmente apresentadas, terão de ser enquadradas no contexto das demais evidências arqueológicas do povoado, nomeadamente com os solos de ocupação e respectivas estruturas, e na sua diacronia, bem como do seu posicionamento relativo no quadro regional de povoamento mais próximo e circunvizinho.

Nem sempre foi possível atribuir uma cronologia precisa aos diversos testemunhos, uma vez que, uns são recolhas de superfície, outros são provenientes de níveis de revolvimento. De todo o modo, tipologicamente, é possível adscrevê-los às duas fases de ocupação identificadas, uma centrada em inícios do I milénio a.C., portanto Bronze Final/Ferro Inicial, outra em finais do mesmo milénio, no que se poderá designar por II Idade do Ferro.

[16] Recorde-se igualmente a existência de um fragmento cerâmico de "tipo Carambolo" recolhido neste povoado (*Catálogo do Museu Arqueológico Municipal José Monteiro*. Fundão. 2007. p. 40).

[17] Com efeito, são ainda raras as fíbulas sujeitas a análise química em território português, embora esta tendência possa estar a ser invertida.

Entre as conclusões mais importantes, poderemos sublinhar, desde já, as seguintes:

i) Os dados disponíveis revelam grande sintonia com o que, de mais característico, se conhece da metalurgia de outros povoados do Bronze Final beirão. Quer os elementos resultantes de achados casuais, quer os decorrentes das intervenções arqueológicas demonstram a inequívoca importância que a produção de bronze conheceu no I milénio a.C. neste povoado. A presença de vários instrumentos e meios de produção que integram a cadeia operatória da produção do bronze – cadinhos, moldes, artefactos – assim o confirmam;

ii) Confirmação da ideia da importância e generalização da prática da metalurgia do bronze em contextos de cariz doméstico, i.e. onde as comunidades habitam, numa lógica de proximidade ou partilha espacial com outras actividades. Simultaneamente, produções de pequena escala, modestas, destinadas maioritariamente a formas de auto-consumo (Vilaça 1995, p. 414-415; 1998);

iii) Em consonância com os dados de outros povoados do Centro do território português, proliferação não só de produções metálicas, mas também ubiquidade dos correlativos instrumentos e meios de produção, nomeadamente cadinhos e moldes, factores que colocam em posição remota a figura do "metalurgista itinerante";

iv) Co-ocorrência de tipos de tradição indígena e atlântica (a esmagadora maioria) com outros (v.g. fíbula), eventualmente de fabrico local ou regional, mas que denunciam abertura e influências do mundo mediterrâneo;

v) Em consonância com as observações anteriores e do ponto de vista da caracterização química, é de sublinhar que, com a única excepção do cinzel PA12305, todos os artefactos são ligas binárias de cobre e estanho com teores de impurezas estatisticamente insignificantes. Portanto, tal como as demais produções do Centro e Sul do território português, que se pautam por um cariz mediterrâneo, conforme foi caracterizada por Rovira (1995, p. 35-48), afastam-se das ligas ternárias, fenómeno essencialmente atlântico, setentrional, minoritário, tardio e de particular significado tipológico (Vilaça 1997, p. 141-142);

vi) Persistência de produções de bronze na II Idade do Ferro (v.g. pequenos botões), mas também reciclagem de peças, por transformação (v.g. punhal). Neste quadro, configura-se uma tecnologia conservadora e sem grandes transformações quer de um ponto de vista tipológico, quer do ponto de vista tecnológico;

vii) Por fim, sublinhar a ausência de artefactos de ferro, concretamente nos níveis da segunda fase de ocupação.

REFERÊNCIAS

CANHA, A.; VALÉRIO; P. & ARAÚJO, M. F. (2007). Testemunhos de metalurgia no povoado de Canedotes (Bronze Final). *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 10 (1). 159-178.

CARDOSO, J. I. (1861). *Quadro da Provincia da Beira Baixa. Monumentos archeologicos*. Lisboa: Imprensa Nacional.

CARVALHO, A. D. (1979). Breves referências sobre jazigos auríferos portugueses. *Boletim de Minas*. 16 (3-4). 139-150.

COFFYN, A. (1985). *Le Bronze Final Atlantique dans la Péninsule Ibérique*. Paris: Diffusion de Bocard.

DEUS, M.; ANTUNES, A. S. & SOARES, A. M. (2009). A Salsa 3 (Serpa) no contexto dos povoados abertos do Bronze final do Sudoeste. In PÉREZ, J. A. e ROMERO, E. (eds.). *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*. Huelva. p. 514-543.

FARINHA, A. C.; PINTO, C. V. & VILAÇA, R. (1996). Contributo para o estudo de materiais do Bronze Final provenientes do monte de S. Martinho (Castelo Branco). *Materiais*. II Série, ano I. 1. 45-64.

GARCIA I RUBERT, D.; GRACIA ALONSO, F.; MONTERO-RUIZ, I.; MORENO MARTÍNEZ, I. & ROVIRA HORTALÀ, M. C. (2007). Estudio de composición mediante ED-XRF de materiales metálicos del asentamiento Protohistórico de Sant Jaume Mas D'en Serrà (Alcanar, Montsià, Tarragona). In MOLERA, J.; FARJAS, J.; ROURA, P. & PRADELL, T. (eds.). *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona. p. 145-152.

GIARDINO, C. (1998). *I metalli nel mondo antico. Introduzione all'archeometallurgia*. Roma-Bari: Editore Laterza.

HENRIQUES, F.; CANINAS, J. C. & CHAMBINO, M. (2008). Cartografia arqueológica nos rios Erges. Aravil e Tejo (Idanha-a-Nova e Castelo Branco). Primeira notícia. *Açafa on-line*, 1. Associação de Estudos do Alto Tejo. [disponível a partir de http://www.altotejo.org/acafa/default.asp].

MERIDETH, C. (1997). Energy dispersive spectroscopy analysis from Late Bronze Age artefacts. *Estudos Pré-Históricos*. 5. 145-154.

MONTERO-RUIZ, I. (2008). Ajuares metálicos y aspectos tecnológicos en la metalurgia del Bronce final-Hierro en el Sudeste de la Península Ibérica. In LORRIO, A. J. (ed.). *Qurénima. El Bronce final del Sureste de la Península Ibérica. Real Academia de la Historia*. Universidad de Alicante. Bibliotheca Archaeologica Hispana 27. Anejo a la Revista *Lucentum*. 17. p. 499-516.

MONTERO-RUIZ, I.; GORNÉS HACHERO, J. S.; NICOLÁS MASCARÓ, J. & GUAL CERDÓ, J. (2005). Aproximación a la metalurgia prehistórica de Menorca entre el 2000 y el 650 cal AC. *Mayurqa*. 30. 289-306.

MONTERO-RUIZ, I.; SANTOS, M.; ROVIRA HORTALÀ, M. C.; RENZI, M.; MURILLO-BARROSO, M.; HUNT, M.; GENER, M. & CASTANYER, P. (2010-2011). Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio AC en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*. 46.

PEDRO, I. (1995). *O Povoamento Proto-histórico na região de Viseu*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

PONTE, S. (2006). *Corpus Signorum das fíbulas proto-históricas e romanas de Portugal*. Casal de Cambra: Caleidoscópio.

PROENÇA, F. T. (1908). *Ensaio de Inventário dos castros Portuguezes*. Leiria: Typographia Leiriense.

RAURET DALMAU, A. M. (1976). *La metalurgia del bronce en la Península Ibérica durante la Edad del Hierro*. Instituto de Arqueologia y Prehistoria. Universidad de Barcelona. Publicaciones Eventuales. n.º 25.

RENZI, M. (2010). La producción de "lingotes-hacha" en el Levante peninsular: nueva valoración a partir de los materiales de La Fonteta (Guardamar del Segura. Alicante). *Revista de Arqueología de Ponent*. 20. 127-143.

RENZI, M.; MONTERO-RUIZ, I. & BODE, M. (2009). Non-ferrous metallurgy from the Phoenician site of La Fonteta (Alicante. Spain): a study of provenance. *Journal of Archaeological Science.* 36. 2584-2596.

RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H. & DAVEAU, S. (1987). *Geografia de Portugal*. vol. I. A posição geográfica e o território. Lisboa: Sá da Costa.

RODRIGUEZ DIAZ, A.; PAVON SOLDEVILLA, I.; MEREDITH, C. & JUAN-TRESSERRAS, J. (2001). *El Cerro de San Cristobal. Logrosan. Extremadura. Spain*. Oxford: BAR IS 922.

ROVIRA LLORENS, S. (1995). Estudio arqueometalurgico del deposito de la Ria de Huelva. In RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (ed.*). Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ria de Huelva en el Mundo del Bronce Final Europeo*. Compluntum Extra 5. p. 33-57.

RUSSEL-CORTEZ, F. (1970). Dois moldes de fundição do crasto de Santa Luzia, Viseu. *XI Congreso Nacional de Arqueología*. Zaragosa. 395.

SANTOS, F. J. C.; AREZ, L.; SOARES, A. M.; DEUS, M.; QUEIROZ, P. F.; VALÉRIO, P.; RODRIGUES, Z.; ANTUNES, A. S. & ARAÚJO, M. F. (2008). O Casarão da Mesquita 3 (S. Manços. Évora): um sítio de fossas "silo" do Bronze Pleno/Final na Encosta do Albardão. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 11(2). 55-86.

SARMENTO, F. M. (1883). *Expedição scientifica à Serra da Estrella em 1881. Secção de Archeologia.* Lisboa: Imprensa Nacional.

SENNA-MARTINEZ, J. C. & PEDRO, I. (2000). Between myth and reality: the foundry area of Senhora da Guia de Baiões and Baiões/Santa Luzia Metallurgy. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. 6. 61-77.

SOARES, A. M.; ARAÚJO, M. F.; ALVES, L. & FERRAZ, M. T. (1996). Vestígios metalúrgicos em contextos do Calcolítico e da Idade do Bronze no Sul de Portugal. In *Miscellanea em Homenagem ao Professor Bairrão Oleiro*. Lisboa: Edições Colibri. p. 553-579.

THADEU, D. (1951). Geologia e jazigos de chumbo e zinco da Beira Baixa. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*. 9(1-2). 1-144.

TYLECOTE, R. (1987). *The early history of metallurgy in Eu*rope. London: Logman.

VALÉRIO, P.; ARAÚJO, M. F.; SENNA-MARTINEZ, J. C. & VAZ, J. L. (2006). Caracterização química de produções metalúrgicas do Castro da Senhora da Guia de Baiões (Bronze Final). *O Arqueólogo Português*. Série 4. 24. 289-319.

VIANA, A.; FERREIRA, O. V. & ANDRADE, R. F. (1957). Molde de fundição para anéis encontrado no Castro da Senhora da Cola (Ourique). *Revista de Guimarães*. 67(1-2). 201-206.

VILAÇA, R. (1995). *Aspectos do povoamento da Beira Interior (Centro e Sul) nos finais da Idade do Bronze.* 2 vols. Trabalhos de Arqueologia. n.º 9. Lisboa: IPPAR.

VILAÇA, R. (1997). Metalurgia do Bronze Final da Beira Interior. Revisão dos dados à luz de novos resultados. *Estudos Pré-históricos*. 5. 123-154.

VILAÇA, R. (1998). Produção, consumo e circulação de bens na Beira Interior na transição do II para o I milénio a.C. *Estudos Pré-históricos*. 6. 347-374.

VILAÇA, R. (2008). Reflexões em torno da presença mediterrânea no Centro do território português, na charneira do Bronze para o Ferro. In CELESTINO PÉREZ, S.; RAFEL, N. & ARMADA, X.-L. (eds.). *Contacto cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ANE): La Precolonización a debate*. Madrid: Escuela Española de Historia y Arqueología de Roma del CSIC. Série Arqueológica. p. 371-400.

VILAÇA, R. (2010). On the Late Bronze Age *tranchets* from the western Iberian Peninsula. In ARMBRUESTER, T. & HEGEWISCH, M. (eds.). *On Pre– and Earlier History of Iberia and Central Europe. Studies in honour Philine Kalb*. Bonn: Habelt Verlag. Studien zur Archäologie Europas Band 11. p. 151-163.

VILAÇA, R. & LOPES, C. (2005). The treasure of Baleizão. Beja (Alentejo. Portugal). *Journal of Iberian Archaeology*. 7. 177-184.

VILAÇA, R.; MONTERO-RUIZ, I.; RIBEIRO, C. A.; SILVA, R. C. & ALMEIDA, S. O. (2002-2003). A Tapada das Argolas (Capinha. Fundão): novos contributos para a sua caracterização. *Estudos Pré-históricos*. 10-11. 175-197.

VILAÇA, R.; SANTOS, A. T.; PORFÍRIO, E.; MARQUES, J. N.; CORREIA, M. & CANAS, N. (2000). O povoamento do I milénio a.C. na área do concelho do Fundão: pistas de aproximação ao seu conhecimento. *Estudos Pré-históricos*. 8. 187-219.

VILHENA, J. (2006). *O sentido da permanência. As envolventes do Castro da Cola nos 2.º e 1.º milénios a.C.* Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Dissertação de Mestrado.

METALURGIA DO CASTRO DO CABEÇO DA ARGEMELA (FUNDÃO): FORMAS, CONTEÚDOS, PRODUÇÕES E CONTEXTOS

Resumo: Situado no topo do monte conhecido por "Cabeço da Argemela" (Lavacolhos, Fundão), elevação que se destaca na cadeia de relevos que constituem a serra do Gomes, este povoado muralhado é referenciado na bibliografia desde finais do séc. XIX. As primeiras sondagens cientificamente conduzidas serão realizadas somente em 2003, e depois em 2006 e 2009, pela Palimpsesto Ld.ª, em ambos os casos num quadro de compaginação possível decorrente da exploração mineira do sítio, da responsabilidade da Unizel-Minerais Ld.ª, e do conhecimento e preservação do património arqueológico existente. Esses trabalhos confirmaram a existência de duas fases de ocupação, uma da Proto-história Antiga (Bronze Final-Ferro Inicial), outra já de finais do I milénio a.C. Quer os resultados destas intervenções, quer os dados recolhidos em prospecções efectuadas em distintos momentos, forneceram elementos relacionados com a "cadeia operatória" da metalurgia do bronze, que os autores apresentam nesta comunicação. São analisados os artefactos nas suas diversas dimensões (morfotipológica, tecnológica, caracterização química e estrutural, económica e simbólica) atendendo aos respectivos contextos de proveniência e sem perder de vista o que se conhece sobre a metalurgia proto-histórica da região. Os dados coligidos até ao momento permitem encarar o cabeço da Argemela como um "povoado-âncora" na estruturação da rede de povoamento regional, i.e., da "Cova da Beira", onde a produção metalúrgica assumiu inequívoca importância. Nessa análise valoriza-se ainda a própria localização do Cabeço da Argemela numa região privilegiada em recursos mineiros, seja pela existência de um campo filoniano quartzoso mineralizado por cassiterite, seja pelos aluviões estaníferos e auríferos do Zêzere, que corre no sopé do monte.

Palavras-chave*:* Bronze Final/Ferro Inicial, Beira interior, Metalurgia do bronze.

Abstract: Located on top of the hill known as "Cabeço da Argemela" (Lavacolhos, Fundão), an elevation recognisable in the chain of reliefs that make up Serra do Gomes, this fortified settlement appears in the bibliography since the end of the 19th century. However, the first scientific surveys were only undertaken in 2003 and later in 2006 and 2009 by Palimpsesto Lda., all of them possible due to the mining activities carried out by Unizel-Minerais Ld.ª, and their knowledge and will to preserve the archaeological heritage. These works revealed the existence of two different phases of occupation, one in the Late Bronze-Early Iron Age, and the other at the end of the 1st millennium a.C. The results from the excavation work and all the data collected during the fieldwalk carried out, provided elements related with the Bronze mining "chaîne opératoire", which will be discussed in this article.Artifacts in their different dimensions are analysed (morpho-typological, technological, chemical, structural, economical and symbolic characterization) focusing on their different contexts of origin without forgetting what is known abouth mining in the area during late prehistory. The data collected till now allowed viewing the Argemela hill as an "anchor settlement" in the regional settlement web, i.e. "Cova da Beira" where mining assumed paramount importance. This analysis values the location of the hill "Cabeço da Argemela" in a region favoured with mining resources, either by the existence of quartz cassiterite vein deposits, or by the tin and gold alluvial deposits of the Zêzere river, that runs in the foothill.

Key-words: Late Bronze Age/Early Iron Age, Beira interior, Bronze metallurgy.

TESOROS OLVIDADOS. PROPUESTAS PARA EL ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DEL CONJUNTO DE ORFEBRERÍA CASTREÑA DE RECOUSO (SAN MARTIÑO DE MARZOA, OROSO, A CORUÑA)*

ÓSCAR GARCÍA-VUELTA[1]
XOSÉ-LOIS ARMADA[2]

1. INTRODUCCIÓN

El conocido como “Tesoro de Recouso” está compuesto por 16 arracadas de oro de forma penanular, decoradas con filigrana y/o granulado; 10 cadenas o fragmentos de cadenas de tipo *loop in loop*, que en su mayoría incorporan terminales ornamentales; 1 terminal de cadena; 7 fragmentos de anillas de suspensión pertenecientes a cadenas o arracadas; 2 fragmentos decorados con filigrana y granulado pertenecientes probablemente a una pieza de cierre; y cuatro tortas de fundición elaboradas con una aleación Au-Ag (Fig. 1).

Fue descubierto de forma casual a principios de la década de 1920 en el interior del castro de Recouso (San Martiño de Marzoa, Oroso, A Coruña) (Fig. 2), en el transcurso de tareas agrícolas. Su hallazgo provocó que poco tiempo después se realizasen más remociones de tierra en busca de nuevos objetos en el mismo lugar. A estas actuaciones podrían pertenecer otros materiales también mencionados en las primeras referencias publicadas sobre el conjunto, como varios fragmentos de cerámica (algunos de los cuales podrían corresponder a un recipiente contenedor),

* Este trabajo se integra en el Proyecto de Investigación "Do obradoiro ó corpo: o metal como expresión de poder na protohistoria do Noroeste peninsular" (10 PXIB 606 016 PR), financiado por la Xunta de Galicia.

[1] Grupo de investigación Arqueometal – Microlab, CCHS, CSIC. oscar.gvuelta@cchs.csic.es

[2] Instituto de Ciencias del Patrimonio (Incipit), CSIC. xose-lois.armada@incipit.csic.es

Figura 1.
Piezas del conjunto del castro de Recouso actualmente conservadas en el Museo das Peregrinacións de Santiago de Compostela (foto: OGV-XLAP).

Figura 2.
Superior: mapa de localización del hallazgo. Inferior: vista general del castro de Recouso (fuente: SigPac).

Figura 3.
Una de las primeras fotografías publicadas del conjunto, tomada a principios de los años 20 (según Carré Aldao s/d [1923]).

Figura 4.
Arracada de Recouso en el Museo Provincial de Lugo (foto: OGV-XLAP).

trozos de carbón vegetal, fragmentos de escoria o una posible piedra de toque (Carré Aldao s/d [1923], p. 656; Carro Otero 1996). Desgraciadamente, estos materiales permanecen en la actualidad en paradero desconocido.

A pesar de su importancia, el conjunto, dado inicialmente a conocer por X. Carro García en varias conferencias, carecía hasta la fecha de un estudio pormenorizado y únicamente había sido objeto de algunas breves aproximaciones, en publicaciones arqueológicas (Pérez Outeiriño 1982, p. 74-77) y de corte generalista (Carré Aldao s/d [1923], p. 656-659; Carro Otero 1996). Esta situación, debida en buena medida a la parquedad de los datos disponibles sobre el hallazgo y a que los objetos han permanecido en manos particulares desde su aparición, hacía necesario un nuevo estudio.

En el momento de iniciar esta tarea, el conjunto de Recouso era, por lo tanto, un buen exponente de los problemas que han lastrado la investigación sobre la

orfebrería castreña y que ya hemos comentado en otras ocasiones (García-Vuelta & Armada 2003; Armada, Comendador & García Vuelta 2008): ausencia de información fiable sobre el contexto, condiciones y avatares del hallazgo; de aproximaciones basadas en una revisión directa del material; de una buena documentación gráfica; o de cualquier tipo de caracterización arqueométrica.

Afortunadamente, la mayor parte de las piezas metálicas de Recouso, con la excepción de una arracada, fueron depositadas por su actual propietario en el Museo das Peregrinacións de Santiago de Compostela en 2002 (Fig. 1); la pieza restante, que perteneció a X. Carro García, había sido ingresada previamente en el Museo Provincial de Lugo (Fig. 4)[3]. Ambas circunstancias han hecho posible el diseño de un nuevo programa de estudio para el que, tanto por su composición como por el tipo y la cantidad de materiales documentados, puede considerarse uno de los más destacados conjuntos de la orfebrería castreña del Noroeste peninsular. Estas páginas exponen los principales planteamientos de este programa y resumen algunas de las conclusiones obtenidas en los trabajos realizados hasta la fecha.

2. METODOLOGÍA Y PROCESO DE ESTUDIO

Partiendo de un análisis de las necesidades de investigación, el trabajo se ha estructurado en dos fases. La primera se encuentra ya concluida y en curso de publicación. La segunda se ha planteado como una de las labores a desarrollar en el proyecto de investigación *Do obradoiro ó corpo: o metal como expresión de poder na protohistoria do Noroeste peninsular*.[4]

Fase 1. Ha incluido las siguientes tareas:

a) *Revisión documental e historiográfica* de la información disponible sobre el hallazgo, incluyendo la visita al lugar de aparición de los objetos (castro de Recouso);
b) *Catalogación, documentación gráfica y análisis formal de los materiales* conservados, e intento de localización o documentación de los materiales en paradero desconocido;
c) *Estudio topográfico con lupa binocular de las piezas*, incluyendo:

[3] Queremos agradecer a ambas instituciones las facilidades prestadas para el estudio de estos materiales.

[4] Proyecto de dos años de duración, financiado por el Programa de Promoción Xeral da Investigación de la Xunta de Galicia (Proxectos de Investigación Básica) y con referencia 10 PXIB 606 016 PR. El investigador principal es Xosé-Lois Armada y forman parte del equipo Óscar García Vuelta, Richard Hingley, Ignacio Montero, Tom Moore, Lucía Moragón, Alicia Perea, Yolanda Porto y Raquel Vilaça.

– documentación y caracterización de los elementos y las técnicas estructurales y ornamentales empleadas en la elaboración de las piezas;
– Estudio de las evidencias de uso/desgaste apreciables en las arracadas;
– Estudio de procesos técnicos poco documentados (p.ej. la presencia de posibles rellenos interiores en las arracadas).

Fase 2. Se centra fundamentalmente en el estudio arqueométrico y la datación de los materiales. Incluye las siguientes líneas de actuación:

a) *Estudio y caracterización microestructural* de todas las piezas del conjunto mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), ampliando las conclusiones obtenidas en la Fase 1 del trabajo;
b) *Estudio analítico*, que permitirá la obtención de datos sobre la composición elemental de los materiales mediante su análisis no destructivo por Energía Dispersiva de Rayos X (EDRX) y Fluorescencia de Rayos X (FRX). Este estudio tomará en consideración los distintos elementos estructurales y ornamentales, las evidencias tecnológicas o de uso, y otras posibles estructuras documentadas en el estudio topográfico;
c) *Identificación y caracterización de los rellenos interiores* de las arracadas mediante el uso de técnicas espectroscópicas adecuadas;
d) Intento de *datación por C14 AMS* de las inclusiones orgánicas (carbones) identificadas en los objetos del conjunto en la Fase 1 del estudio.

3. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Hasta el momento, el estudio realizado ha permitido obtener una documentación gráfica pormenorizada del conjunto, elaborar un catálogo detallado de las piezas y caracterizar los procedimientos técnicos y elementos estructurales y ornamentales utilizados en su fabricación. Como ya hemos señalado, estos datos se encuentran actualmente en fase de publicación y permiten la obtención de algunas conclusiones preliminares.

3.1. En torno a la interpretación del hallazgo

El conjunto de Recouso integra tanto piezas que tuvieron en apariencia un uso prolongado como objetos inacabados y material semielaborado. Características como la identificación de una arracada inacabada (Fig. 5, superior), o la incorporación de cuatro tortas de fundición, permiten proponer su interpretación como depósito de orfebre. En la misma dirección parece apuntar la presencia del resto de los materiales mencionados en la bibliografía antigua y que aparentemente podrían

relacionarse con el propio depósito o con su contexto arqueológico inmediato, como las escorias o especialmente la posible piedra de toque.

3.2. En torno a la interpretación de las supuestas arracadas

El estudio topográfico de las arracadas evidencia que todos los ejemplares presentan fuertes alteraciones y deterioros. Puede observarse igualmente un fuerte desgaste que afecta tanto a los planos laterales como al borde exterior de las piezas (Fig. 5, inferior), con la excepción del mencionado ejemplar aparentemente inacabado, que, sin embargo, también presenta deterioros. Esto hace necesario un análisis más detallado que permita un adecuado contraste de hipótesis planteables en cuanto al estado de los objetos o su funcionalidad y/o modo de uso, entre las cuales cabe mencionar:

a) La confirmación del uso de las piezas como arracadas, experimentando un tiempo y modo de uso similar;

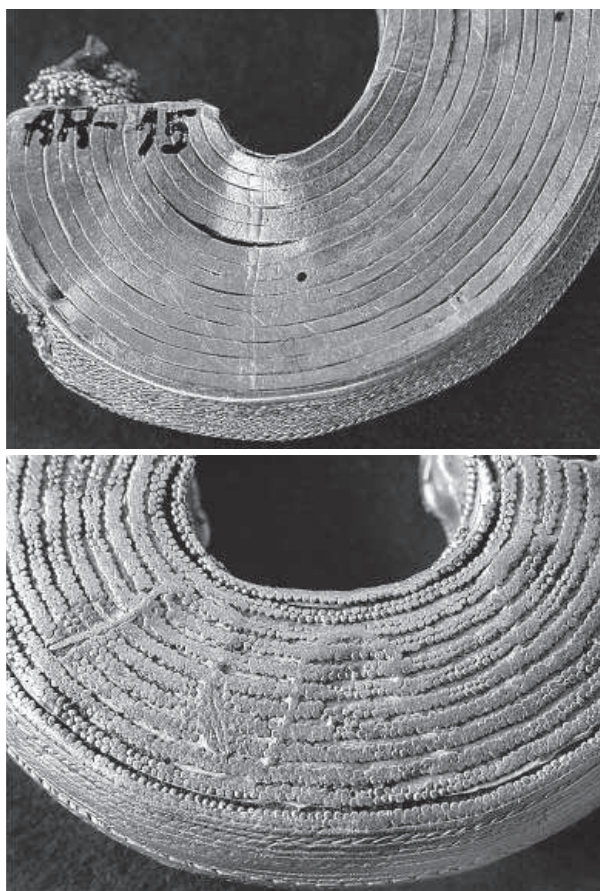



Figura 5.
Superior: detalle de la superficie sin decoración del plano lateral de un ejemplar posiblemente inacabado (Ar-15). Inferior: detalle de desgaste en el plano lateral de una de las arracadas, con decoración de granulado (Ar-8). Museo das Peregrinacións (fotos: OGV-XLAP).

b) Que las piezas consideradas como arracadas perteneciesen a un único objeto con otra utilidad, por ejemplo un pectoral;
c) Que se trate de un desgaste intencional aparentemente producido en época antigua, sin descartarse posibles alteraciones posteriores.

3.3. Unidad formal vs. diversidad tecnológica

El estudio de las arracadas de Recouso ha permitido constatar el empleo de diferentes procedimientos y técnicas para la fabricación y la ornamentación de objetos con tipología similar, un rasgo representativo de la orfebrería castreña que hasta ahora había sido valorado únicamente en grupos como el de los torques (Armbruster & Perea 2000) o las diademas (García Vuelta 2007) (Fig. 6).

De igual manera, la posible confirmación de procedimientos hasta ahora poco documentados en la orfebrería castreña, como el posible uso de rellenos interiores,

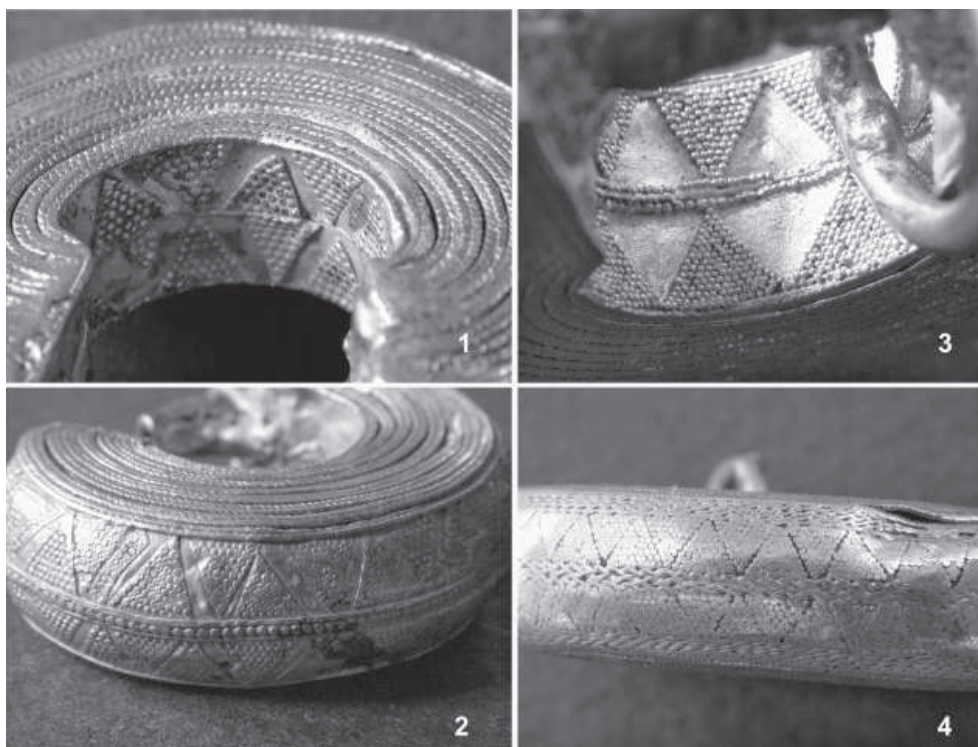



Figura 6. Detalles de la ornamentación de las arracadas: 1 – Borde superior de la arracada Ar-2, decorado mediante la soldadura de chapas estampadas con semiesferas en resalte; 2 – Detalle del borde inferior, donde los mismos elementos se combinan con filigrana; 3 – Detalle del borde superior de la arracada Ar-5, con decoración de granulado; 4 – Detalle del borde inferior de esta pieza, con decoración de filigrana y granulado. Museo das Peregrinacións (fotos: OGV-XLAP).

apunta a favor de la variabilidad tecnológica indicada como característica de las producciones de este ámbito, y señala la conveniencia de profundizar en la investigación de estos materiales.

REFERENCIAS

ARMADA, X.-L.; COMENDADOR, B. & GARCÍA VUELTA, Ó. (2008). La investigación arqueométrica sobre la metalurgia de Galicia: una aproximación a su trayectoria y estado actual. In ROVIRA, S.; GARCÍA HERAS, M.; GENER, M. & MONTERO, I. (eds.). *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid: CSIC. p. 410-431.

ARMBRUSTER, B. R. & PEREA, A. (2000). Macizo/hueco, soldado/fundido, morfología/tecnología. El ámbito tecnológico castreño a través de los torques con remates en doble escocia. *Trabajos de Prehistoria.* 57(1). 97-114.

CARRÉ ALDAO, E. (s/d [1923]). Provincia de La Coruña. In CARRERAS Y CANDI, F. (dir.). *Geografía General del Reino de Galicia*. 2. Barcelona: Casa Editorial Alberto Martín.

CARRO OTERO, J. (1996). Joyas gallegas prerromanas: el "Tesoro de Recouso" (I-II). *El Correo Gallego* (17 y 24 de marzo). p. 27, 26.

GARCÍA-VUELTA, Ó. (2007). *Orfebrería castreña en el Museo Arqueológico Nacional*. Madrid: Ministerio de Cultura.

GARCÍA-VUELTA, Ó. & ARMADA, X.-L. (2003). Documentación y arqueología del oro castreño: acerca de F. Maciñeira y el torques de Capelada (San Xiao de Montoxo, Cedeira, A Coruña). *Brigantium.* 14. 117-138.

PÉREZ OUTEIRIÑO, B. (1982). *De ourivesaria castrexa, I. Arracadas*. Boletín Avriense, Anexo 1. Ourense: Museo Arqueolóxico Provincial.

TESOROS OLVIDADOS. PROPUESTAS PARA EL ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DEL CONJUNTO DE ORFEBRERÍA CASTREÑA DE RECOUSO (SAN MARTIÑO DE MARZOA, OROSO, A CORUÑA)

Resumen: El conocido como "Tesoro de Recouso" constituye un buen ejemplo de los problemas que afectan a la investigación del oro castreño: ausencia de una publicación pormenorizada, escasez de datos sobre su contexto original, etc. Este conjunto, descubierto de forma casual a principio de los años 20, consta de 16 arracadas de oro penanulares decoradas, parte de las cuales conservan elementos de suspensión asociados (remates ornamentales, anillas y cadenas de tipo "*loop in loop*"). Incluye además diversos restos de estos elementos, así como cuatro tortas de fundición elaboradas con una aleación *Au/Ag*. Tanto por su composición como por el número y características de los materiales recuperados, Recouso constituye uno de los más singulares y destacados hallazgos de orfebrería castreña.

El conjunto, conservado en manos particulares desde su aparición, fue objeto de atención por parte del investigador X. Carro García en los años 20, constituyendo la información la base de todas las referencias posteriormente publicadas en el ámbito científico, no apoyadas en una nueva revisión directa de los materiales.

El reciente depósito de las piezas por parte de sus propietarios en el Museo das Peregrinacións, en Santiago de Compostela, nos ha permitido emprender un estudio detallado de las mismas, aún en curso. Este trabajo expone los primeros resultados de esta labor, incidiendo en una valoración de la tecnología de fabricación de los objetos y en la interpretación del conjunto como un depósito de orfebre.

Palabras clave: Cultura castreña, Edad del Hierro, Orfebrería, Arracadas, Tecnología del oro, Modos de producción, Depósito de orfebre.

Abstract: The so-called "Recouso treasure" is a good example of the persistent issues concerning the research on the castro-culture goldwork: lack of detailed publication, scarcity of information concerning its circumstances of discovery... This hoard, found by chance at the beginning of the twenties, is composed of 16 decorated earrings, some of them with associated hanging elements (ornamented *terminals*, rings and *"loop in loop"* chains). It also comprises several fragments of these elements, as well as four ingots made of a *Au/Ag* alloy. From the point of view of its composition as well as of the number and characteristics of the objects recovered, Recouso is one of the most important finds of the castro-culture goldwork.

The hoard, kept in private hands from its discovery, was studied by X. Carro García in the twenties. The short information he provided was the basis for subsequent publications, which were not supported in a direct observation of the materials.

The recent arrival of the hoard to the Museo das Peregrinacións, in Santiago de Compostela, has allowed us to undertake a detailed study, still unfinished. This paper shows the first results of our work, focusing on the issues of technology and interpretation.

Key words: Castro culture, Iron Age, Goldwork, Earrings, Gold technology, Mode of production, Goldsmith hoard.

IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS OFICINAS METALÚRGICAS NA CITÂNIA DE BRITEIROS (NOROESTE DE PORTUGAL)

GONÇALO P. CRUZ[1]
JOSÉ ANTUNES[2]

1. INTRODUÇÃO

Desde os primeiros trabalhos de escavação levados a cabo na Citânia de Briteiros, a partir de 1874, dirigidos por Martins Sarmento, e ao longo do século XX, sob a coordenação de Mário Cardoso, foi recolhido espólio metálico associado à actividade metalúrgica, neste *oppidum* do Noroeste de Portugal, praticamente em todas as campanhas. Os objectos metálicos recolhidos, nomeadamente classificáveis como bens de consumo, não documentam, por si só, a existência de uma manufactura metalúrgica. Desde cedo, porém, a recolha de escórias, pingos ou rebarbas de fundição, indiciaram a existência de trabalhos metalúrgicos no interior do próprio povoado, o que não é, aliás, de estranhar, neste contexto cronológico. De facto, não existindo, pelo menos até à fase da Romanização, uma especialização económica dos aglomerados populacionais, práticas como a agricultura, a pecuária, a mineração, a olaria, a metalurgia, a tecelagem, entre outros, seriam comuns a grande parte dos povoados proto-históricos, naturalmente com diferentes proporções, em função da variação regional dos recursos naturais.

A metalurgia, como prática comum, estava presente na actividade económica do *oppidum* de Briteiros. Contudo, tendo sobretudo em conta o facto de grande parte da área do povoado ter sido escavada sem registo estratigráfico, não se tem, actualmente, uma ideia segura acerca da dimensão das forjas existentes, do tipo

[1] Sociedade Martins Sarmento. Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. goncalo.cruz@msarmento.org

[2] Sociedade Martins Sarmento. Investigador do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. jose.antunes@msarmento.org

de objectos fabricados, e se estes conferiram algum de tipo de especialização local aos artífices que os trabalharam. Além disso, este aspecto também nos impede de apurar, com a devida profundidade e exactidão, o tipo de matéria-prima que teria entrado no povoado, e qual a sua proveniência, se a produção se destinava meramente ao consumo local, ou se determinados produtos ou objectos se destinavam a alimentar um inter-câmbio mais amplo.

Os registos existentes das escavações dos séculos XIX e XX (Sarmento 1933, Cardoso 1990), conjugados com alguns dados das sondagens efectuadas mais recentemente (Lemos & Cruz 2007b, 2008), permitem-nos, contudo, ter uma ideia aproximada da localização de pontos específicos do povoado, onde se registaram vestígios de metalurgia.

2. O ESPÓLIO RECOLHIDO

Além dos materiais metálicos que não testemunham uma produção, mas sobretudo prováveis importações (moedas romanas e certas tipologias de fíbulas), foram recolhidos vários objectos de bronze e de ferro que, a par da recolha de escórias, moldes e outros vestígios de trabalhos metalúrgicos, pressupõem uma produção local. O espólio encontra-se dividido entre os materiais recolhidos nas grandes campanhas do século XIX e de meados do século XX, não estratigrafado, e os materiais recolhidos nas intervenções arqueológicas mais recentes (entre 2005 e 2010), contextualizados em relação aos níveis registados.

Tal como se verifica com os materiais cerâmicos e elementos em pedra, o espólio metálico mais significativo corresponde aos objectos recolhidos nas antigas escavações. Tal factor obrigou a um exercício de tentativa de localização espacial dos achados, com base na documentação de Sarmento e nas publicações de Cardoso, que até agora apenas foi possível com um número restrito de vestígios (Fig. 1). No caso de Sarmento, a fonte de informação são os diários de campo do arqueólogo, em parte transcritos em vários números da Revista de Guimarães. Para as campanhas do século XX, dispomos dos artigos publicados por Mário Cardoso na mesma revista. Estas fontes de informação têm, contudo, fortes limitações quanto a uma localização espacial exacta dos achados, factor não valorizado nas intervenções arqueológicas em Portugal até à década de 1970. Tendo isto em conta, existem vestígios metalúrgicos para os quais desconhecemos, irreversivelmente, o local de achado.

Entende-se como vestígios potenciais de actividades metalúrgicas, não apenas o espólio metálico em si, mas todo o tipo de objectos, ou contextos edificados, que possam ser associados a esses trabalhos. De entre os objectos relocalizados destacam-se: a identificação, por Martins Sarmento, de uma "palmatória com cavidades" (Sarmento 1904) logo então associada ao trabalho dos ferreiros; a recolha de dois

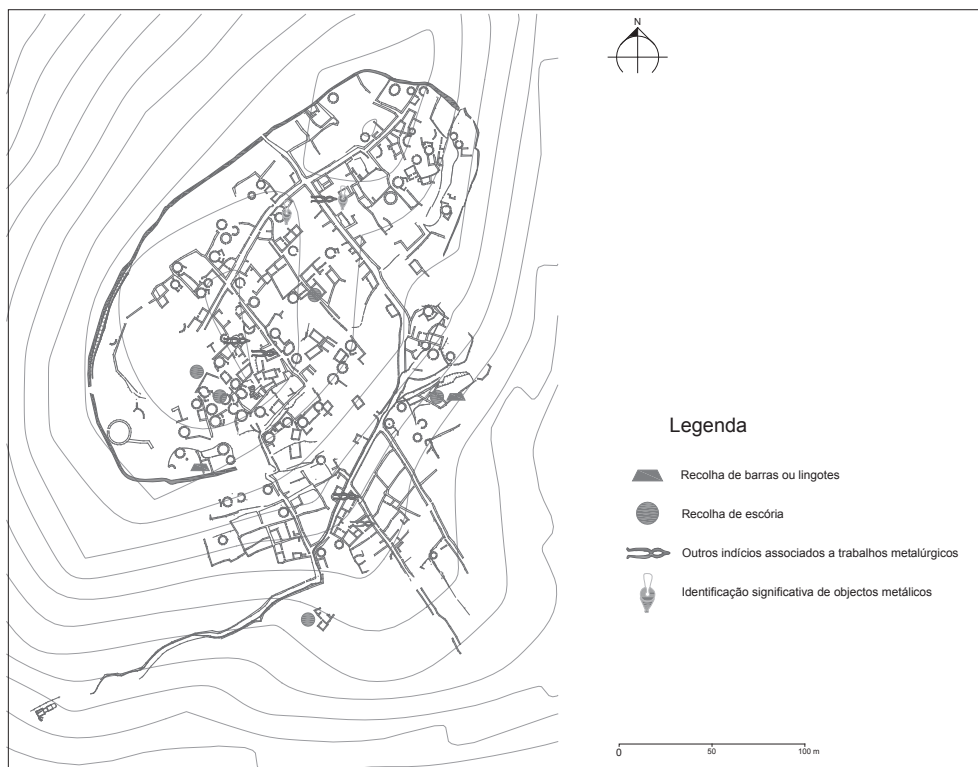



Figura 1. Cartografia de alguns achados metálicos ou associados à actividade metalúrgica, na área escavada de Briteiros.

fragmentos de ombreira com representações de tenazes de forja, sensivelmente na mesma zona onde se detectou uma concentração extraordinária de alfinetes de toucado; a recolha de metal em lingote, identificado como estanho ou chumbo, e de um par de arrecadas em ouro em campanhas do século XX (Cardoso 1938); e a recolha de escórias, ao longo dos dois grandes ciclos de trabalhos arqueológicos em Briteiros, em vários locais do povoado.

Os vestígios metálicos recolhidos nas intervenções mais recentes, desde 2002, consistem essencialmente de escórias, utensílios em ferro, fragmentos de objectos de bronze de utilização presumivelmente pessoal, incluídos em contextos estratigráficos datáveis de finais do século II a.C. e século I a.C. (Lemos & Cruz 2007a, 2007b).

3. INTERPRETAÇÃO POSSÍVEL

A identificação, por Martins Sarmento, do atrás referido elemento pétreo com cavidades, que julgamos poder tratar-se de parte de um pilão, coloca a hipótese de, no interior do povoado, se ter processado minério. Esta hipótese parece ser corro-

borada pela recolha generalizada de escórias, resultantes do processo de depuração de metais específicos, com vista à obtenção de lingotes de matéria-prima. A mesma actividade foi ainda depreendida a partir da recolha de alguns destes lingotes nas campanhas do século XX. Já em 2005, por entre o material cerâmico acumulado por Cardoso numa das casas circulares reconstruídas, foi encontrado um molde de granito, cuja configuração sugere a sua utilização no fabrico dos referidos lingotes (Fig. 2). Esta hipótese foi confirmada pela coincidência das dimensões das barras metálicas com a rilheira do molde, o que nos indica que as referidas barras foram fabricadas no local, a partir de metal obtido por depuração também no interior do *oppidum*.

A relocalização das ombreiras em granito com representação das tenazes (Fig. 3) na envolvente de uma das principais ruas ortogonais do povoado, no mesmo

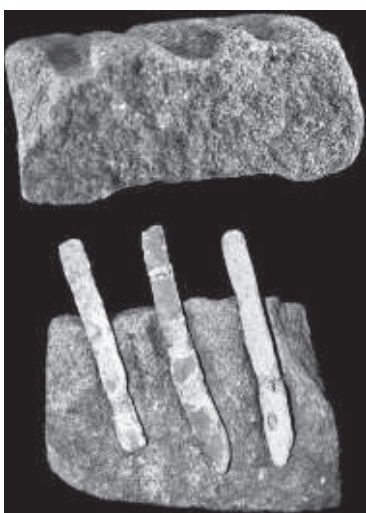



Figura 2.
Molde em granito recolhido em 2005, com barras de chumbo, recolhidas nas campanhas do século XX, encaixadas.

Figura 3.
Fragmento de ombreira em granito com representação de uma tenaz de ferreiro. Desenho de Martins Sarmento (Sarmento 1904).

Figura 4.
Derivação de conduta de abastecimento de água para uma possível forja na encosta nascente.

local onde se recolheram dezenas de alfinetes de toucado, podem indiciar a localização de uma oficina de dimensão considerável. Se tomarmos em consideração que as tenazes de forja representadas nestes elementos arquitectónicos assinalavam possíveis forjas aos transeuntes, e que estes alfinetes eram fabricados, ou vendidos, localmente, pode-se colocar a hipótese de ter existido uma oficina metalúrgica nesse local, junto a um dos principais eixos viários.

A identificação de uma derivação da caleira de abastecimento do balneário Sul (Fig. 4), dirigida para uma unidade habitacional onde Cardoso identificou uma lareira e alguns moldes de maiores dimensões (Cardoso 1948), são também elementos a considerar para localização de uma oficina nesta zona da encosta a Sul, e igualmente junto ao mesmo eixo viário, o mais extenso do povoado.

4. RESULTADOS DE ANÁLISES A EXEMPLARES RECOLHIDOS

Alguns dos lingotes, bem como um "bolo de chumbo" recolhidos no século XX (Cardoso 1952), foram submetidos a uma análise por espectroscopia de fluorescência de raios X, para identificação de possíveis elementos químicos, face às dúvidas suscitadas por uma avaliação insuficiente. Tanto os lingotes, como o referido conglomerado de matéria, mostraram uma composição quase exclusiva de chumbo (mais de 90% em todas as amostras), com elementos vestigiais de ferro, cobre e estanho. Foi também analisada uma escória recolhida em 2006, constituída praticamente por ferro (99%).

No seguimento destes resultados, procedeu-se a mesma análise ao molde com rilheira, acima referido, nas duas faces da peça. Uma das faces, onde se nota a rilheira, parece ter sido utilizada para a obtenção das pequenas barras, ou lingotes, a outra mostra uma cavidade rectangular, com jito, provavelmente utilizada no fabrico de placas. A análise efectuada a ambas as faces mostra a presença de uma enorme variedade de elementos químicos, em percentagens vestigiais, como ouro, prata, estanho, ferro, chumbo, potássio, antimónio, mercúrio, enxofre, titânio, césio, bário e zircónio. Estes resultados indicam que a peça foi utilizada para verter vários metais, mas sobretudo estanho, ouro e prata.

5. CONCLUSÕES

Do ponto de vista da metalurgia que teria lugar no *oppidum* de Briteiros, pensa-se que as actividades terão consistido, quer no processamento do minério com vista à obtenção de barras metálicas, quer na transformação destas barras em objectos de consumo, como fíbulas, alfinetes, sítulas, armas, entre outros. Não se conhecem ocorrências mineiras nas imediações do povoado, embora não se tenham

efectuado estudos geológicos concretos, que possam alterar esta perspectiva. Contudo, pode-se colocar a hipótese de o minério ter sido transportado e processado no interior do povoado.

Os resultados das análises por espectroscopia de fluorescência de raios X, particularmente a detecção de elementos vestigiais, parecem reflectir uma utilização dos moldes para diferentes produções metálicas, nomeadamente para as referidas pequenas barras de chumbo, que teriam uma posterior utilização metalúrgica.

Quanto à localização dos locais de trabalho, a distribuição dos achados aqui referidos não revela uma concentração das actividades metalúrgicas numa área específica, tendo em conta uma considerável dispersão (Fig. 1), que reflecte uma produção à escala doméstica. Com efeito, parece-nos que grande parte da produção metalúrgica teria lugar no interior das unidades habitacionais, em espaços destinados a essa função, e por famílias com tradição e conhecimento da metalurgia (Cruz 2009). De facto, a natureza dos dados disponíveis e a configuração das construções, não nos permitem atribuir uma função claramente comercial ou manufactureira a sectores específicos do povoado, pelo que as oficinas metalúrgicas seriam espaços pequenos, à escala doméstica e com uma produção limitada.

Já a localização do que se considera terem sido oficinas mais especializadas, ou com uma maior dimensão, parece ter obedecido ao critério de proximidade do principal eixo viário do povoado. Tal é o caso da zona da acrópole, junto da referida rua, onde se localizaram as ombreiras com tenazes, e da zona da encosta a Sul, junto do mesmo eixo viário, onde se denota a derivação da caleira, que abasteceria de água corrente a provável forja. Apesar de se poder atribuir uma maior dimensão, e provável especialização, a estas oficinas, mantém-se a sua localização no interior de espaços domésticos, paredes-meias com as habitações dos artífices.

O facto de a maior parte do espólio se encontrar descontextualizado impede, pelo menos com base nestes objectos, uma identificação cronológica precisa, nomeadamente se o desenvolvimento de oficinas especializadas se deu antes da integração no Império Romano, ou já em época Alto-Imperial. A hipótese mais provável, tendo em conta o facto de as duas zonas acima interpretadas como possíveis oficinas especializadas serem estruturas angulares, posteriores à malha tendencialmente ortogonal dos eixos viários, é que estas oficinas se tenham desenvolvido numa fase muito inicial da Romanização, perto do câmbio da Era.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M. (1938). Jóias áureas proto-históricas da Citânia de Briteiros. *Revista de Guimarães*. 48(1-3). 35-42.

CARDOSO, M. (1948). Escavações arqueológicas na Citânia de Briteiros. Campanha de 1948. *Revista de Guimarães*. 58(3-4). 343-348.

CARDOSO, M. (1952). Escavações na Citânia de Briteiros. Relatório da 20ª campanha (Setembro de 1952). *Revista de Guimarães*. 62(3-4). 349-358.

CARDOSO, M. (1956). Exploração arqueológica na Citânia de Briteiros. Relatório da 24ª campanha (ano de 1956). *Revista de Guimarães*. 66(3-4). 508-512.

CARDOSO, M. (1990). *Citânia de Briteiros e Castro de Sabroso*. Guimarães: Sociedade Martins Sarmento (11ª edição).

CRUZ, G. (2009). A organização urbana da Citânia de Briteiros. *Veduta, Revista de Estudos em Património Cultural.* Guimarães: Centro Cultural Vila Flor.

GONZÁLEZ-RUIBAL, A. (2006-07). *Galaicos: poder y comunidad en el Noroeste de la Península Ibérica (1200 a.C.-50 d.C.).* Brigantium 19. A Coruña: Boletín do Museu Arqueolóxico e Histórico da Coruña.

LEMOS, F. & CRUZ, G. (2007a). *Citânia de Briteiros. Povoado Proto-Histórico. ProtoHistoric Settlement*, Guimarães: Sociedade Martins Sarmento.

LEMOS, F. & CRUZ, G. (2007b). Citânia de Briteiros. Trabalhos arqueológicos recentes. *Al-Madan*. Adenda Electrónica, IIª Série, 15.

LEMOS, F. & CRUZ, G. (2008). Trabalhos Arqueológicos na Citânia de Briteiros. Campanhas de 2005 e 2006. *Revista de Guimarães*. 115/116.

MARTINS, C. M. B. (2008). *A exploração mineira em época romana e a metalurgia do ouro em Portugal.* Cadernos de Arqueologia/Monografias nº 14. Braga: Universidade do Minho.

SARMENTO, F. (1904). Materiaes para a Archeologia do Concelho de Guimarães. Citânia. *Revista de Guimarães*. 21(3-4). 97-120.

SARMENTO, F. (1933). *Dispersos*. Imprensa Nacional, Universidade de Coimbra.

Resumo: Pretende-se com este trabalho apresentar uma cartografia dos achados metálicos, ou associados a actividade metalúrgica, no interior da área escavada na Citânia de Briteiros, provenientes de trabalhos de escavação realizados desde o século XIX. A identificação aproximada dos locais de recolha do espólio metálico procura uma aproximação funcional mais apurada aos vários espaços internos do *oppidum* na II Idade do Ferro, estabelecendo prováveis relações entre as oficinas metalúrgicas e os eixos viários, densidade urbana e acesso à água.

Palavras-chave: Citânia de Briteiros, Urbanismo, II Idade do Ferro, Metalurgia.

Abstract: This work intends to present a cartography of the metallic finds or finds related with metallurgical activity, within the excavated area in the Citânia de Briteiros, from excavation works carried out during the nineteenth century. The identification of the approximate spots where metallic artefacts were found, seeks a more accurate functional approach to the various internal spaces of the *oppidum* in the Late Iron Age, establishing probable relationships between the forges and road ways, urban density and access to water.

Keywords: Citânia de Briteiros, Urbanism, Late Iron Age, Metallurgy.

A ACTIVIDADE METALÚRGICA/MINEIRA NO POVOADO DE SÃO FARAÚSTO 2 (ORIOLA, PORTEL)

SUSANA RODRIGUES COSME[1]

1. INTRODUÇÃO

O sítio arqueológico de S. Faraústo 2 localiza-se na freguesia de Oriola, concelho de Portel, distrito de Évora. Encontra-se identificado na Carta Militar de Portugal 1: 25 000, n.º 489, numa área sobranceira à ribeira de Oriola, a uma altitude entre 198 m e 205 m (Fig. 1).

A sua designação deve-se à existência no local de um pequeno templo religioso do séc. XVII, que se encontra em processo de ruína e cujo orago é o de São

Figura 1.
Excerto da Carta Militar de Portugal 1:25 000, n.º 489, com a localização da área intervencionada do S. Faraústo 2.

[1] Arqueóloga. Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. susanarodriguescosme@gmail.com

Faraústo, santo mártir alto-medieval (Cardoso 2002). Esta capela apresenta um conjunto pictórico na capela-mor, sendo um dos exemplares mais peculiares do núcleo da Rota do Fresco alentejano (Lima 1992).

A destruição do sítio arqueológico de S. Faraústo 2 foi um dos principais impactes negativos apontado pelo *Estudo de Impacte Ambiental do Troço de Ligação entre as Barragens Loureiro/Alvito*, elaborado pela empresa "Nemus" em 2003.

Este troço faz parte do *Projecto Integrado no Subsistema de Rega do Alqueva,* no troço de ligação Loureiro/Alvito, e como tal foi objecto de intervenção arqueológica de emergência pela empresa de arqueologia "Archeo'Estudos, Lda", dentro da área que viria a ser afectada pelo canal e respectivos caminhos de acesso.

Os trabalhos que tiveram como promotor a EDIA, iniciaram-se pela realização de uma prospecção sistemática, na área a intervencionar e, apesar da zona, na altura, se encontrar semeada de cereal com cerca de 50 cm a 60 cm de altura, foi possível efectuar uma planta com a distribuição quantitativa e tipológica de material de superfície. Esta orientou a implantação de 8 sondagens de 4 x 4 m que faziam parte do caderno de encargos da 1ª fase dos trabalhos.

Após a realização das primeiras 8 sondagens foram adjudicadas mais 3 fases de trabalho. Na globalidade foram intervencionados 2134 m^2, conjugando meios manuais e mecânicos, ao longo de 135 dias úteis distribuídos por 4 fases, entre Abril de 2005 e Novembro de 2006 (Cosme 2008, 2010a, 2010b).

2. INTERVENÇÃO ARQUEOLÓGICA

Os trabalhos arqueológicos permitiram identificar duas zonas distintas de ocupação: uma a Norte ou *Espaço Habitacional* (que resultou dos alargamentos da sondagem 7) com 750 m^2, e outra a Sul ou *Espaço Oficinal* (resultantes dos alargamentos e junção das sondagens 3, 4, 9, 10 e 11) com aproximadamente 600 m^2.

2. 1. Espaço Habitacional

As estruturas detectadas na sequência do alargamento da sondagem 7 encontravam-se ao nível dos alicerces o que resultou de anos de uso agrícola intensivo dos solos que as recobriam. Apesar disso, o facto destas estruturas se encontrarem centradas na passagem de um caminho que levava à capela de S. Faraústo fez com que ainda fosse possível a sobrevivência das mesmas.

Podemos caracterizar os muros detectados como fazendo parte de um único edifício embora com fases distintas de construção. Este teria alguma importância dentro do povoado, quer pela dimensão (20 m no sentido Norte/Sul por, pelo menos, 22 m no de Este/Oeste), quer pela qualidade e localização face à zona oficinal.

Na área intervencionada foram identificadas três salas, duas delas com comunicação entre si através de um degrau, uma com 22 m^2 e outra com 16 m^2. A terceira sala tinha, também, 16 m^2. Todos estes compartimentos tinham uma abertura virada para um espaço aberto no interior, não tendo sido possível detectar pisos de ocupação, e encontrando-se os níveis de derrubes muito remexidos. Os muros eram constituídos por pedra (xisto) e material de construção (tegula). As valas de construção dos muros encontravam-se abertas na rocha-base.

O edifício apresentava dois momentos de construção: o primeiro, do qual faziam parte as três salas e o muro a Norte (U.E.-615 e U.E. 668) com 22 m de comprimento e orientação Este/Oeste; o segundo, o da construção de muros que foram adossados a Norte do muro U.E.-615 e U.E. 668. Estas estruturas formavam, pelo menos, 4 espaços: 3 fechados e um aberto para Norte.

Pela tipologia das estruturas, pelos materiais cerâmicos, principalmente as *sigillatae* que nesta zona são essencialmente *Terra Sigillata* Africana Clara C, e pelos numismas (séculos III/IV), podemos concluir estar perante um povoado metalúrgico/mineiro com ocupação durante a época romana (século III ao século V).

2.2. Espaço Oficinal

Após a realização das sondagens 3 e 4 na primeira fase dos trabalhos, os resultados daí decorrentes, nomeadamente, a presença de grande quantidade de escórias e do que parecia ser um forno escavado na terra, implicaram o alargamento da área de escavação de forma a poder-se identificar e caracterizar melhor, tipológica e funcionalmente, a estrutura detectada em corte. Deste modo, foi possível identificar um pequeno forno, uma vala ou canal de escoamento de água ou minério, bem como algumas mós em granito para moagem do próprio minério.

O forno da sondagem 4 (UE 216) é um baixo-forno, circular, com um diâmetro interno de 70 cm, o externo de 150 cm e cerca de 30 cm de altura. É composto por diversas camadas de argila refractária.

Junto a este forno e com ele correlacionado estratigraficamente, surgiu outra estrutura, com tipologia de canalização, em tijolo e *tegula*. Nesta foram detectados 2 fragmentos de mós destinadas à moagem do minério (Fig. 2).

Foram também realizadas 3 valas longitudinais com o objectivo de, através da leitura de cortes, identificar-se a área da extensão dos depósitos de escoriais compactos. Com estes trabalhos foi possível visualisar três níveis arqueológicos, sendo os dois superiores muito importantes. O de cota mais elevada, com cerca de 30 cm de espessura, continha muita escória, terras negras que indicavam a utilização de um combustível vegetal, e era quase desprovido de material arqueológico; o nível intermédio, sob o atrás descrito, também continha escória além de espólio

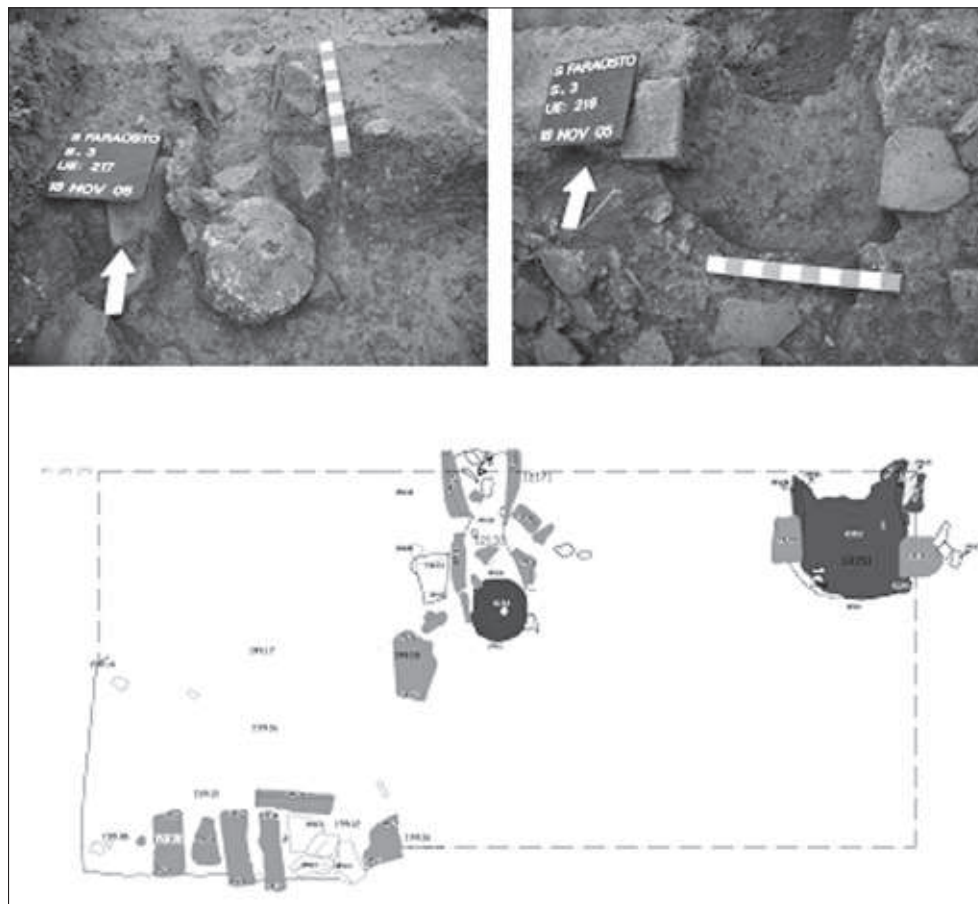



Figura 2. U.E.-217, canalização e U.E.-218, forno da sondagem 3 resultantes do alargamento das sondagens 3 e 4.

arqueológico abundante; por fim, sobre a rocha-base registou-se um depósito composto por terra castanha clara quase sem espólio.

Como o nível de escórias e terras negras era bastante compacto e de difícil escavação manual, recorreu-se a uma decapagem mecânica acompanhada com vista à sua remoção.

Sob esta camada surgiu uma de terra castanha e, sob ela, um depósito de escórias e cerâmicas compactas e niveladas, primeiramente identificado como derrube. Numa interpretação mais recente, face à sua localização, limitação de área, bem como compactação e nivelamento, foi colocada a hipótese de se tratar de um caminho interno da zona oficinal.

Esta camada apresentava-se com cerca de 3 m de largura. A escavação deste depósito (com as UE's 224, 226, 228 e 229) forneceu cerca de 40% dos cerca de 72 000 fragmentos de espólio arqueológico recolhido em toda a intervenção.

Associada aos depósitos já descritos foi também registada uma estrutura (U.E.-318) caracterizada como limitadora de um espaço ou, pelo menos, de uma fase de utilização ligada à metalurgia. Era constituída por pedras fincadas e *tegulae* em formas de cunhas, assim como um conjunto de pedras niveladas que se identificou como sendo uma entrada de um espaço elipsoidal.

Deste alinhamento para Norte foram detectados vários covachos/fossas preenchidos com terras negras, resultantes de combustão, e com materiais cerâmicos. Estas estruturas negativas encontravam-se abertas na rocha nas sondagens 3, 4 (Fig. 3) e 9 (Fig. 4).

Para Sul deste alinhamento, nomeadamente nas sondagens 10 e 11, encontrámos camadas de derrube nivelado e, sob essas camadas, mais dois covachos/fossas abertos na terra castanha clara (Fig. 5).

Nestes níveis destacamos o surgimento de tijolos argamassados em aduela que parecem ter pertencido às cúpulas de fornos.

O sector onde se detectaram estes vestígios de actividade metalúrgica abrange uma área a Sul do espaço habitacional, mais junto à linha de água que passa no local.

Foram, na totalidade, detectados 8 covachos/fossas, cujo enchimento era constituído por sedimentos negros e material cerâmico, bem como um forno de argila refractária, estratigraficamente mais recente.

A funcionalidade destes covachos/fossas não é consensual. Poderiam ser restos de baixos-fornos, circulares, com um diâmetro exterior de 2 m, uma profundidade de 30 cm e uma forma similar ao forno cerâmico de época romana de Vale de Ferreiros II (Moncorvo) (Custódio & Barros 1984). Como não foi possível recuperar nenhum completo, estes covachos/fossas poderiam ter servido, igualente, como tanques de arrefecimento ou simplesmente de armazenamento de minério ou de detritos.

A presença do forno da sondagem 4, dos 8 covachos/fossas e da quantidade de escórias e de minério de ferro levou-nos a realizar análises de fluorescência de raios X (XRF) a alguns fragmentos de escória para que se pudesse compreender o processo metalúrgico realizado neste local.

Estas análises realizadas na Contrastaria do Porto, revelaram uma elevada percentagem de ferro, sempre acima dos 95% como são exemplo a amostra 1 – 95,85; amostra 2 – 98, 69; amostra 3 – 98, 99 e amostra 4 – 96, 81, recolhidas nas sondagens 3, 4, 10 e 11.

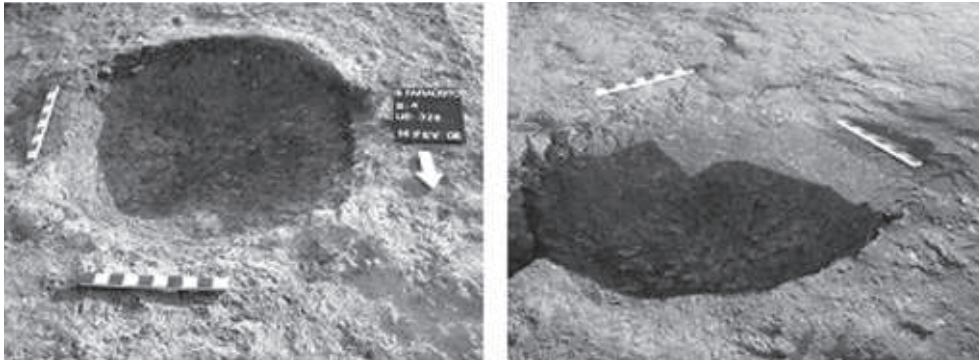



Figura 3. Covachos/fossas abertos na rocha nas sondagens 3 e 4.

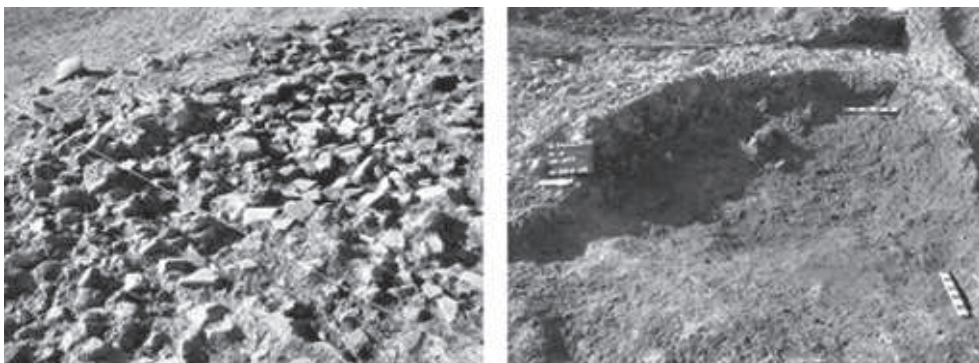



Figura 4. Covacho/fossa aberto na rocha na sondagem 9, enchimento e interface.

Figura 5. Covachos/fossas das sondagens 10 e 11 e corte de um deles.

3. INTERPRETAÇÃO FUNCIONAL

Podemos concluir pelo exposto que, em S. Faraústo 2, se usava a técnica de "processo directo" de fundição, ou seja, os covachos eram cheios com minério e carvão vegetal e cobertos por tijolos cerâmicos argamassados que formariam uma cúpula, com aberturas para a colocação de foles para activar a combustão, e uma abertura como respiradouro.

Estes fornos alcançavam temperaturas entre os 1200ºC e os 1300ºC, insuficientes para a fusão completa do minério o que só se verifica a partir dos 1535ºC. Por isso, o ferro obtido, em vez de líquido, saía pastoso, com impurezas (admite-se que quanto mais primitiva é a técnica, maior é o teor de ferro contido na escória); essa massa era então colocada sobre uma bigorna e, por meio de martelamento retiravam-se as escórias que ainda permaneciam agarradas à massa, compactando-a e dando a forma ao metal.

A necessidade de desmanchar o forno depois de cada utilização, permitiu a enorme quantidade de detritos detectada. Assim sendo, o escorial resultou da deposição sucessiva de desperdícios da fundição.

A datação exacta destas estruturas é difícil de aferir pois, como se verificou através do registo arqueológico, elas são constantemente reutilizadas, destruídas e refeitas. Também, os materiais exumados nestes contextos industriais apresentam uma cronologia mais lata do que no espaço habitacional. Aqui os materiais cerâmicos apresentam cronologias que vão desde o século I d.C. ao século V d.C.

Não foi possível neste trabalho identificar restos de tubeiras, a área de forja, moldes ou outras ferramentas associadas a esta actividade metalúrgia, nem a área de extracção do minério.

No entanto, a visualização de fotografias aéreas e ortofotomapas permitiu observar diversos alinhamentos nos terrenos adjacentes à área intervencionada, assim como a coloração vermelho ferruginoso dos terrenos e da água na zona envolvente do Faraústo 2, indiciando uma maior área para este sítio arqueológico, e possível zona de extracção do minério.

4. ESPÓLIO ARQUEOLÓGICO

Como já foi referido a quantidade de espólio exumado nesta estação arqueológica foi grande (cerca de 72 000 fragmentos).

As cerâmicas comuns são as peças mais representativas, nomeadamente, as formas de uso doméstico, como panelas, potes, assadeiras, terrinas, pratos e almofarizes.

Foram exumados 5 380 fragmentos de *dolia* e 805 fragmentos de ânforas. Estas peças têm como funcionalidade guardar e transportar alimentos, quer secos, como cereais, quer líquidos, como o azeite e o vinho.

Quanto às *sigillatae* foram identificadas várias tipologias, designadamente:

Sigillatae Itálicas – muito raras e representadas por pequenos fragmentos sem forma;

Sigillatae Gallo-Romanas – bem representadas, sendo as formas mais identificadas os pratos (Dragendorff 15/17) e as taças (Dragendorff 24/25 e 27, 37) do séc. I d.C. Desta tipologia surge-nos duas marcas de oleiro: a primeira incompleta, num fragmento de fundo de taça [OF M...]. Pensamos tratar-se do oleiro galo-romano *Modestus* que trabalhou, durante o principado dos Flávios, no centro produtor de La Graufesenque até ao ano de 70 d.C.. Podemos encontrar peças deste oleiro em Ampurias, Tarragona, Celsa, Sagunto, Valencia, Lucentum, Belo, Lacipo, Iuliobriga, Herrera de Pisuerga, Mérida, Braga, Conimbriga, *Villa Cardilium* (Beltran 1990, p. 94). A segunda marca é [SILVIN..], num fragmento de *sigillata* SudGálica, cujo oleiro *Silvinus,* do Centro Produtor de La Graufesenque, trabalhou entre os principados de Cláudio e Domiciano (Oswald 1964, p. 269). Encontramos peças deste oleiro em Tarragona, Elche, Valencia, *Belo*, *Italica*, Carteia, Mérida, Alcácer do Sal e Conimbriga (Beltran 1990, p. 95), em Represas (Lopes 1994, p. 41), em Bragança (Lima & Menendez 2004, p. 117-118, 167);

Sigillatae Hispânicas – nesta tipologia surgem-nos duas marcas de oleiro. Uma incompleta [OF PV...] do oleiro *Paternus Valerius* (Mayet: Tricio 112, 113 e 114; Gabarito: Bezares n.º 4, p. 131), do centro produtor de *Tricio Magallum*. Beltran refere um *Valerius Paternus* (Beltran 1990, p. 116) com peças espalhadas por toda a Hispânia. Será o mesmo oleiro? Surge ainda uma marca semelhante do centro produtor de Bezares: OF. F. PV (fundo de um vaso Dragandorff 27 com letras largas e relevo forte) (Garabito 1978: p. 131-132, n.º 4, pl 24, fig. 19). As formas mais representadas são os pratos (Dragendorff 15/17) e as taças (Dragendorff 24/25, 27, 33) do séc. I/III d.C. Podemos ver ainda decorações típicas do centro produtor de Bezares;

Sigillatae Africanas – produzidas no Norte de África em centros de fabrico localizados, principalmente, na Tunísia. A *sigillata* Africana é produzida a partir dos Flávios entre 70 d.C e o séc. VII d.C..

Nesta estação arqueológica encontramos apenas *sigillatae* africanas Claras C e Claras D. A cerâmica Clara C tem uma amplitude cronológica que vai do séc. III d.C. ao século V d.C. e a Clara D é produzida desde o século IV d.C. ao século VII d.C.

Os fragmentos de lucerna exumados nesta intervenção são feitos em cerâmica como, por exemplo, um fragmento da parte do disco com uma asa tipo Ponsich 9. A tipologia é tipo III B1, possivelmente pertencente à 2ª metade do século I d.C. (Ponsich 1961), ou Dressel-Lamboglia tipo 30A (Deneauve 1969).

No que diz respeito aos materiais vítreos, estes apenas foram exumados nas sondagens 3, 4 e 7 ou seja, na zona habitacional a Norte (sondagem 7) e na zona

Figura 6. Asa de sítula e fíbula Aucissa em bronze exumadas nos depósitos de alargamento das sondagens 3 e 4.

industrial a Sul (sondagem 3 e sondagem 4). Na sondagem 7 foram exumados 36 fragmentos, na sondagem 3, 34 fragmentos e na sondagem 4, 21 fragmentos perfazendo, na totalidade, 91 fragmentos de material vítreo. Estes caracterizam-se, ainda, por surgirem muito estilhaçados devido à fragilidade do próprio material. Quanto à tipologia formal surgem-nos essencialmente taças e copos de uma cronologia que vai do séc. I d.C ao séc. IV d.C. (Nolen *et al.* 1994).

Dos metais destacamos, essencialmente, o grande volume de escórias (2 400 fragmentos), correspondendo a várias toneladas, em mais de 1 000 m^2 de escoriais. Destas escórias foram exumadas amostras, nomeadamente algumas que se registaram no fundo de fornos ou de valas de escorrimentos de metal.

Foram exumados 68 objectos em ferro, 87 pregos em ferro, 17 objectos em bronze, 1 pendente em prata, 3 fragmentos de bronze, 3 de chumbo e 10 numismas.

Chamamos a atenção para o facto da maior parte dos numismas (8) terem sido exumados na zona habitacional. Na zona industrial apenas recolhemos 2, sendo que um foi registado à superfície, podendo tratar-se de material de escorrimento.

Ao contrário dos restantes objectos, os de bronze aparecem essencialmente na zona Sul ou zona industrial. Do espólio metálico de bronze destacamos uma asa de sítula de séc. III/IV e uma fíbula Aucissa do séc. I/II (Fig. 6). A fíbula tem

48 mm de comprimento 25 mm de largura e falta-lhe o fusilhão. A fíbula Aucissa (Ponte 2006, 42b/1c) tem um arco semi-circular, moldura longitudinal relevada, placa rectangular decorada com dois chanfros laterais, o pé curto e recto terminado por um botão de recorte decorativo, e o descanso triangular. Esta tipologia é usual no mundo romano e situa-se, cronologicamente, entre o séc. I d.C e o séc. II d.C.

5. CONCLUSÕES

Ao longo de 135 dias úteis, distribuídos por 4 fases de trabalho, foram intervencionados 2134 m^2, sendo que 1262 m^2 foram intervencionados manualmente, 661 m^2 com máquina retro-escavadora e 211 m^2 escavados manualmente e com máquina. Foram exumados 72 016 fragmentos de peças arqueológicas.

Com o fim dos trabalhos em São Faraústo 2, e apesar do espólio arqueológico ainda não ter sido objecto de um estudo aprofundado, podemos concluir estar perante dois espaços distintos: um a Norte ou *Espaço Habitacional* (sondagem 7 com 750 m^2) e outro a Sul ou *Espaço Industrial/Oficinal* (sondagens 3, 4, 9, 10 e 11 com, aproximadamente, 600 m^2).

Se o espaço habitacional apresenta uma cronologia do século III d.C. ao V d.C., os materiais da zona *industrial* remetem para um intervalo de tempo entre o século I d.C. e o século V d.C.

Associando-se os contextos arqueológicos intervencionados, à presença do templo dedicado a um santo mártir alto-medieval e a uma maior área de dispersão de materiais, acreditamos estar perante uma pequena parte de um povoado mineiro/metalúrgico de época romana cuja ocupação poderá ter perdurado até ao limiar da Idade Média.

REFERÊNCIAS

BELTRÁN LLORIS, M. (1990). *Guía de la cerámica romana*. Zaragoza.

CARDOSO, J. (2002). *Agiológio Lusitano*. Porto: Edição Fac-similada. 2. p. 722.

COSME, S. R. (2008). São Faraústo 2, uma villa romana dedicada à fundição. In *Actas do III Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular*. Aljustrel: CD-ROM.

COSME, S. R. (2010a). O Sítio de S. Faraústo 2 na transição da Época Romana para o período Alto Medieval, freguesia de Oriola, concelho de Portel. In *Actas do 4º Colóquio de Arqueologia do Alqueva*. Beja: EDIA (no prelo).

COSME, S. R. (2010b). Vestígios de actividade metalúrgica em contexto tardo-romano. O sítio de São Faraústo 2. In Actas do Workshop da Dryas'10 *"Estruturas de produção e transformação no mundo rural Romano do Alentejo interior Beja"* (no prelo).

CUSTÓDIO, J. & BARROS, G. M.(1984). *O Ferro de Moncorvo e o seu aproveitamento através dos tempos*. Porto: Ferrominas EP.

DENEAUVE, J. (1969). *Lampes de Carthage*. Paris: CNRS.

GARABITO GOMEZ, T. (1978). *Los Alfares Romanos Riojanos, produccion y comercializacion*. Madrid: Bibliotheca Praehistorica Hispana. 16.

LIMA, A. & ARGUELLO MENÉNDEZ, J. (coord.) (2004). *Bragança, um olhar sobre a História*. Bragança: Sociedade Polis de Bragança. p. 117-118 e 167.

LIMA, P. (1992). *Património de Portel*. Portel: Câmara Municipal de Portel. 1.

LOPES, M.C. & ALFENIM, R. (1994). A *villa* romana do Monte da Cegonha. In *Arqueologia en el entorno del Bajo Guadiana*. Huelva. p. 485-502.

MAYET, F. (1984). *Les céramiques sigillées hispaniques*. Paris.

NOLEN, J. & SMIT, U.; *et. al.* (1994). *Cerâmicas e Vidros de Torre de Ares – Balsa*. Lisboa: Secretaria de Estado da Cultura e Instituto Português de Museus.

OSWALD, F. & PRYCE, T. D. (1966). *An introduction to the Study of Terra Sigillata*. London.

PINTO, I. V. (2003). *A Cerâmica Comum das Villae Romanas de São Cucufate (Beja)*. Lisboa: Universidade Lusíada Editora. Colecção Teses.

PONSICH, M. (1961). *Les Lampes romaines en terre cuite de la Maurétanie Mingitane*. Rabat: Service des Antiquités du Maroc.

PONTE, S. (2006). *Corpus Signorum das Fíbulas Proto-Históricas e Romanas em Portugal*. Casal de Cambra: Caleidoscópio. p. 354-374.

RODRIGUES, A. V. (1964). O Problema das Fundições Romanas de Ferro, Escavação feita segundo a Técnica Tridimensional numa ferraria do Reboredo (Moncorvo). *Lucerna*. 2(1-2).

Resumo: O sítio arqueológico de S. Faraústo 2 (Oriola, Portel, Évora), assim designado pela existência de pequeno templo religioso em ruína, localiza-se numa área sobranceira à ribeira de Oriola, a uma altitude entre 198 m e 205 m. A intervenção arqueológica que decorreu entre Abril de 2005 e Novembro de 2006, no âmbito do Plano de Minimização de Impactes sobre o Património Cultural no decurso da construção do Troço de Ligação Loureiro/Alvito, a cargo da Archeo'Estudos, Lda, permitiu identificar duas zonas distintas de ocupação de época romana: uma a Norte ou *Espaço Habitacional,* e outra a Sul ou *Espaço Industrial*, onde se detectaram 7 fornos em covachos, assim como blocos de escória apontando para uma actividade metalúrgica. O espaço *habitacional* apresenta uma cronologia compreendida entre o século III d.C. e o V d.C., enquanto os materiais da zona *industrial* nos remetem para um intervalo de tempo entre o século I d.C. e o século V d.C.

Palavras-Chave: Povoamento, Período romano, Actividade metalúrgica.

Abstract: The archaeological site of St. Faraústo 2 (Oriola, Portel, Évora), designated as such by the existence of a small religious temple in ruins, is located near the Riverside Oriola at an altitude between 198 m and 205 m. The archaeological intervention took place between April 2005 and November 2006, under the Plan to Minimize Impacts on Cultural Heritage in the course of construction of the Section of Liaison Loureiro / Alvito, leaving it to the Archeo'Studies, Ltd. The works identified two distinct zones of occupation in Roman times: at North or Residential Area, and another at South or Industrial Area, where it were identified blocks of slag and furnaces leading to a metallurgical activity. The living space features a timeline between the third and fifth centuries AD, while the materials of the industrial zone us back to a time interval between the first and fifth centuries BC and fifth century AD.

Key-words: Settlement, Roman period, Metallurgical activity.

METALURGIA DEL HIERRO EN EL YACIMIENTO TARDOANTIGO DE EL CASTILLÓN (SANTA EULALIA DE TÁBARA, ZAMORA)

JOSÉ CARLOS SASTRE BLANCO[1]
ANTÓNIO J. CRIADO PORTAL[2]
PATRÍCIA FUENTES MELGAR[3]

1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL CASTRO DE EL CASTILLÓN

El castro de El Castillón se encuentra ubicado en la provincia de Zamora, en la denominada Dehesa de Tardajos, perteneciente al pueblo de Santa Eulalia de Tábara dentro del término municipal de Moreruela de Tábara. El castro se eleva a orillas del río Esla, en su margen derecho, sobre un farallón rocoso que provoca el estrechamiento del cauce. Posee una altitud que oscila entre los 740 y los 749 metros s.n.m, y sus coordenadas geográficas son 41º 51' 20"de latitud Norte y 5º 47' 25" de latitud Oeste.

Se extiende sobre una superficie aproximada de 3 ha con un perímetro amurallado de unos 600 metros de longitud, tratándose de una única línea defensiva que rodea el asentamiento, menos por la zona Este donde se localiza el importante farallón rocoso que lo hace inaccesible.

El Castillón cuenta con un emplazamiento privilegiado controlando el paso del río Esla y muy próximo a la hoy denominada Vía de la Plata que discurre paralela a su margen izquierdo y que unía *Emerita Augusta* (Mérida) con *Asturica Augusta* (Astorga). Su cronología abarca desde la Edad del Bronce, con la presencia de pinturas esquemáticas localizadas en el Abrigo de El Castillón (Fernández Rivera

[1] josesastreb@hotmail.com
[2] antoniocriado@quim.ucm.es
[3] pf_melgar@yahoo.es

1987; Sastre Blanco 2006), hasta la época tardorromana y visigoda, siglos IV-VI d.C. El primero en documentar el castro fue Virgilio Sevillano Carbajal en los "Testimonios arqueológicos de la provincia de Zamora" (Sevillano Carbajal 1978) y posteriormente Ángel Esparza Arroyo (Esparza Arroyo 1986), que llevó a cabo en 1986 un estudio del mismo junto con numerosas prospecciones. Pero no será hasta el año 2007 cuando comiencen las primeras excavaciones del castro, encuadradas dentro del *Proyecto de Investigación y Difusión del Patrimonio Arqueológico de la Provincia de Zamora* (PIDPADZ), dirigidas por José Carlos Sastre Blanco y Óscar Rodríguez Monterrubio (Rodríguez Monterrubio & Sastre Blanco 2008).

2. ZONA METALÚRGICA

Las excavaciones llevadas a cabo por el PIDPADZ durante estos cuatro años de campañas (2007-2010) se han centrado en tres zonas específicas del castro: zona oeste de la muralla; área central de *hábitat* y zona metalúrgica en el norte del asentamiento.

En la zona metalúrgica se han excavado dos grandes estructuras ovaladas, próximas a la muralla, que se han podido identificar como hornos metalúrgicos. Estas estructuras ovaladas, relacionadas con el trabajo del metal, se han podido excavar en casi su totalidad. Los dos hornos alcanzan unas dimensiones de 4 metros de longitud por 2,40 metros de anchura, presentando paredes convergentes de grandes bloques de cuarcitas y adobes en su parte más alta. Contarían además con una pequeña entrada de 40 centímetros de anchura, jalonada por dos grandes bloques verticales de cuarcita (Fig. 1, 2 y 3).

Los dos hornos se han podido datar en época tardoantigua y en uno de los dos se puede advertir la presencia de dos fases constructivas; la primera de ellas, asentada sobre un posible estrato de la Edad del Hierro, como así lo atestigua la cerámica asociada al muro encontrado en la parte final del horno, sobre el nivel geológico.

Las escorias recogidas en el interior de los dos hornos superan los 50 kilogramos y han sido analizadas por el Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid. Las escorias fayalíticas (silicatos de hierro) encontradas, proceden de hornos de reducción del hierro de los cuales se obtendrían fragmentos para la forja en caliente y enfriado al aire. Del estudio de las piezas se ha podido deducir también que eran hierros acerados, suaves y de bajo contenido en carbono, lo que sugiere la presencia de herreros muy bien cualificados para la realización de estas piezas de tan alta calidad. Destaca también la presencia entre las escorias fayalíticas de *ringwoodita*, un mineral del que sólo se tiene constancia en toda la Península Ibérica en la provincia de Cáceres.

Figura 1.
Estructura 01, realacionada com un horno de reducción de hierro.

Figura 2.
Horno de reducción de hierro excavado en 2008.

Figura 3.
Hornos excavados durante el año 2010.

3. RECURSOS MINEROS

La explotación de recursos de mineral de hierro en las zonas próximas a El Castillón son hoy día prácticamente inexistentes, pero en la antigüedad, y en un pasado no tan remoto, estos recursos debieron de jugar un papel importante para el desarrollo de los pueblos de la zona. De dónde pudieron obtener el metal suficiente para abastecer estos hornos de reducción del hierro, es una cuestión que está todavía en proceso de investigación, pero no cabe ninguna duda de que una de las fuentes más importantes de recursos, sobre todo de este mineral, pudo haber sido la cercana Sierra de la Culebra, al oeste de El Castillón.

La Sierra de la Culebra se encuentra situada al NO de la provincia de Zamora, extendiéndose por las comarcas de Tábara, Aliste, Carballeda, Sanabria y la región de Trás-os-Montes en Portugal. Se extiende de NO a SE hasta alcanzar con sus tres ramificaciones el río Esla: la Sierra de las Cavernas, la Sierra de las Carbas y la Sierra de Cantadores.

La Geología de la Sierra de la Culebra se desarrolla en la Orogenia Hercínica y está ligada a la estructura del "Anticlinal Ollo de Sapo", caracterizada por el predominio de materiales metamórficos alternados con cuarcitas del Ordovícico medio y superior (Briego Hernández & Gutiérrez García 1998).

Los recursos mineros tanto en la Sierra como en sus proximidades han sido explotados en diferentes épocas a lo largo de los siglos. Estos minerales, fruto de la explotación, han sido hierro, estaño, plomo, antimonio, bario, manganeso, turquesas… incluso arenas, gravas y pizarras para uso local. (Arce Duarte 1981; Fernández Martínez 1982; Gil Serrano 1981; Nuño 1982).

Los indicios de hierro de la zona corresponden en algunos casos a mineralizaciones sedimentarias en los esquistos y cuarzoesquistos suprayacentes a la cuarcita Arenigiense, como sucede en las proximidades de Abejera y en los indicios de hierro de la Esperanza y Paca, en el término de Faramontanos de Tábara. También cabe destacar las capas de hierro sedimentario de San Pedro de las Herrerías que se encuentra en la base de la formación de pizarras asalmonadas O2-3, o bien formación "San Pedro de las Herrerías" y las mineralizaciones de hierro asociados a los metasedimentos ordovícicos del Sinforme de Alcañices (Fernández Martínez 1982; Nuño 1982; Arce Duarte 1981; Fernández Fernández 1995).

La explotación y trabajo del mineral del hierro ha quedado reflejada en los numerosos topónimos que pueblan gran parte de la Sierra de la Culebra y sus proximidades. Estos topónimos conservan la raíz *ferr* que proviene de la palabra latina *ferrum* (hierro) y los podemos encontrar en nombres de pueblos como Ferreras de Arriba, Ferreras de Abajo, Ferreruela o San Pedro de las Herrerías. También nos encontramos con esta misma toponimia en nombres de montes, valles o lugares

que hacen alusión a las labores relacionadas con el trabajo de dicho metal, como El Ferradal, Valdehierro, Piñeo de la Ferrera, La Ferrera, Peña Ferrial, Cabezo Ferrero, El Hierro, Las Ferradas, Valdeferreras de la Chana, Fonferrada, Alto Ferre, El Ferrogiello, Prados de Ferrogiello, Ferradosa, Alto de Ferre, Peña Ferradosa, Las Herrerías, Los Ferreros, El Ferradal, Chana Llamafraguas. Y nombres de fuentes, arroyos y regatos como: Fuente Ferrada, Arroyo Fuentefierro, Arroyo de Fonferrada, Regato Valdeferreiro, Arroyo de Ferreros, Arroyo del Puente de las Fraguas y Fuente de Llamafraguas, entre otros.

Vemos, por tanto, cómo en un radio aproximado de unos 30-40 kilómetros nos encontramos una treintena de topónimos esparcidos por la Sierra de la Culebra, y sus proximidades, que aluden a un pasado muy ligado al del metal del hierro. Estos recursos pudieron haber servido también como una fuente cercana para el abastecimiento de los hornos metalúrgicos de El Castillón, aunque esta es una cuestión que, como ya dijimos, se encuentra en proceso de investigación.

4. MATERIALES METÁLICOS

Para el mejor análisis de los materiales metálicos recuperados en el castro de El Castillón en estos últimos cuatro años, los clasificaremos según el tipo de metal que se trate, bien sea objetos de hierro, bronce, cobre o plomo. Estos objetos fueron recogidos entre los tres sondeos realizados, en la zona metalúrgica, el área de viviendas, y la zona defensiva. La mayor parte de ellos proceden de la zona metalúrgica, aunque los objetos metálicos que demuestran una mayor destreza en el trabajo del metal y que fueron dedicados a usos domésticos, se han recogido en el área residencial.

4.1. Hierro

Los objetos de hierro podemos clasificarlos en varios tipos, destacando por un lado los elementos catalogados como útiles (clavos, punzones, etc), y por el otro, los clasificados como restos de fundición o reducción (escorias).

Clavos: Son uno de los elementos metálicos más comunes recogidos en El Castillón. La gran mayoría de ellos son de gran tamaño, de sección cuadrangular, con una marcada cabeza. La inmensa mayoría de ellos han aparecido en la zona de vivienda, en relación con alguna de las tres estructuras documentadas hasta el momento. Generalmente aparecen en algún estrato que se ha asociado con la techumbre de la vivienda; si bien es cierto que algunos de ellos podrían pertenecer también a puertas o ventanas de estas estancias. Quizás el clavo más destacable pueda ser el que apareció asociado al osculatorio de bronce, de lo cual se podría

deducir que dicho elemento se encontraría colgado en este clavo en el momento del derrumbe de la habitación.

Punzones: durante la campaña de 2007 se localizaron dos punzones alargados y de gran tamaño en la zona de vivienda. Estos punzones de hierro se situaban en lo que se ha determinado como zona exterior de las viviendas, y que no se ha podido excavar hasta el momento, por lo que no podemos determinar si estarían relacionados con alguna utilidad artesanal.

Cuchillos: Hasta el momento son dos los cuchillos o navajas recuperados hasta la fecha, uno en la campaña de 2008, y el último en la reciente campaña de 2009. Se trata de dos cuchillos de hierro de pequeño tamaño. Uno apareció en la zona metalúrgica y otro en la zona de vivienda. En cuanto al de la zona metalúrgica no hemos podido determinar si tendría alguna función relacionada con el tratamiento del metal. Por el contrario, el que apareció en la zona de vivienda fue recogido en una estancia que se ha documentado como un almacén.

Asas: Tan sólo se ha podido localizar un fragmento de asa de hierro hasta la presente fecha. Dicho hallazgo se ha realizado en la campaña de 2009, por lo cual aún no disponemos del estudio finalizado de la misma. Sin embargo, podemos adelantar que se trataría de un asa de hierro de sección cuadrada, de pequeño tamaño, correspondiente a un recipiente de pequeñas dimensiones.

Herraduras: Las herraduras no han sido un elemento común, habiéndose constatado un único ejemplar recuperado durante la campaña de 2010. Sin embargo la presencia de este elemento es muy significativa, ya que nos habla de la utilización de caballos, lo cual parece hacer referencia a élite social con acceso a este tipo de animales. Dicha herradura fue localizada al exterior de uno de los hornos excavados (Estructura 02), lo que nos podría indicar la fabricación de estos elementos en la zona metalúrgica.

Escorias: Entre el resto de materiales destacan las escorias provenientes del tratamiento del mineral del hierro, de las cuales se recuperó una importante cantidad alcanzándose en total más de 50 kg. La gran mayoría de las escorias recogidas en las excavaciones comprendidas entre 2007 y 2010 corresponden al sondeo que se reconoció como zona metalúrgica, lo cual, por otra parte, es bastante lógico. El peso total de las escorias recuperadas en estas cuatro campañas de excavaciones arqueológicas supera con creces los 50 kg, lo que nos viene a indicar un gran producción metálica de estos hornos.

4.2. Bronce

Los objetos con un valor social más importante que hemos podido recuperar en estas campañas de excavaciones están realizados en bronce, entre ellos podemos destacar la presencia de un osculatorio, así como unas pinzas, un pendiente, etc.

Osculatorio: El osculatorio descubierto en El Castillón se encuentra en un excelente estado de conservación, encontrándose completo. Consta de tres partes perfectamente diferenciadas, anilla, vástago y remate. Está realizado a molde, con una aleación de cobre, estaño, plomo y zinc. La longitud total de esta pieza es de 112 mm (Fig. 4).

Figura 4.
Osculatorio de bronce.

La anilla es de sección circular, presentando un diámetro de 22 mm y estaría formada por una pequeña laminada aplanada, lo que le da una consistencia frágil.

El vástago está compuesto por una pieza alargada, más abombada en su parte central, estrechándose en aquellas zonas donde se unen con la anilla y el remate (no debemos olvidar que se trata de una pieza maciza, realizada a molde, y que por ello consta de tan solo una pieza y no tres). Este vástago tiene una longitud de 70 mm.

Quizás, la parte más interesante del osculatorio sea el remate, ya que es la que le otorga una singularidad a esta pieza. El remate está compuesto por una pareja de aves (posiblemente palomas) afrontadas, unidas por el pico. Estas aves se sitúan sobre una pequeña peana. Los rasgos anatómicos de estas aves se encuentran muy marcados, mediante pequeñas incisiones con las cuales se ha intentado marcar el plumaje, el pico y los ojos de las mismas

Este tipo de elementos es relativamente común, aunque hasta la fecha son pocos los que se han encontrado dentro de un contexto arqueológico. Podemos citar algunos de los casos más interesantes de todos aquellos hallados en la Península

Ibérica hasta el momento, como son los de Simancas (Valladolid), Las Merchanas (Salamanca), Las Pizarras (Segovia), Suellacabras (Soria), Clunia (Burgos), Mérida (Badajoz), La Torrecilla (Madrid), Segobriga (Cuenca), Carpio de Tajo (Toledo), Azúa (Álava), Montefrío (Granada), etc. Por lo que podemos apreciar una amplia dispersión de este tipo de elementos.

Pendiente: Uno de los elementos de bronce más destacados, de los que se han recuperado hasta el momento, se correspondería con un fino pendiente circular, de sección, igualmente, circular. Este pendiente apareció en la habitación de la zona de vivienda que se ha relacionado con un almacén.

Asa: Durante la campaña de 2008 se recuperó otro elemento de bronce asociado a un fragmento de asa, de sección circular, recogido en la denominada zona metalúrgica. No hemos podido establecer si se correspondería con un objeto realizado en esos hornos, o bien de un elemento relacionado con el trabajo del metal.

Pinzas de bronce: Otro de los elementos correspondientes a metales de bronce recuperado en el castro de El Castillón, se correspondería con unas pinzas depilatorias, de clara tipología romana (Fig. 5). Al encontrarse durante la campaña de 2009, en el momento de la redacción del presente artículo nos encontramos realizando el análisis metálico de las mismas, por lo que no podemos adelantar más datos.

Figura 5.
Pinzas de bronce.

4.3. Cobre

En cuanto a los materiales de cobre tan sólo hemos podido recuperar un fragmento correspondiente a una pequeña arandela.

Arandelas: Se trata de una pequeña arandela o hebilla de cobre de reducidas dimensiones y de sección cuadrangular. Fue hallada en el interior de una de las estructuras ovoides relacionadas con hornos. Se trata de la única pieza de cobre documentada en el yacimiento hasta el presente.

4.4. Plomo

Los elementos de plomo no han sido significativos en estas cuatro campañas de excavaciones arqueológicas, reduciéndose tan sólo a un ejemplar de plomo indeterminado, formando una mole compacta, que nos hace imposible identificar el posible uso de este material.

5. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

Todos los análisis de los diferentes materiales metálicos y escorias han sido llevados a cabo por el Profesor Dr. D. Antonio J. Criado Portal, la investigadora Dña. Laura García Sánchez, y todo su equipo del Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica del Grupo de Investigación de Tecnología Mecánica y Arqueomateralia de la Universidad Complutense de Madrid.

Dada la cantidad y la calidad tan importante de los elementos metálicos hallados en el castro de El Castillón hemos decidido realizar los correspondientes análisis metálicos a aquellos que poseían un mejor estado de conservación, y que, a nuestro juicio, podían ofrecer unos mejores resultados.

Para el estudio y análisis de las piezas se han empleado las siguientes técnicas instrumentales, variando las mismas en algunos casos determinados, ya que la Radiología tan solo ha sido utilizada en el caso del osculatorio:

1. Microscopia Electrónica de Barrido (M.E.B.) con analizador de Energías Dispersivas (EDS-EDX) incorporado;
2. Microscopia Óptica Convencional;
3. Difracción de Rayos-X;
4. Radiología.

Para la realización de estos análisis se ha empleado un microscopio electrónico de barrido JEOL 6400. El microscopio electrónico de barrido proporciona imágenes y datos físico-químicos de la superficie de la muestra. Dispone de distintos detectores en función de las necesidades:

- Cátodo termoiónico con filamento de tungsteno;
- Detector de electrones secundarios con resolución de la imagen a 35 KV:
  - A los 8 mm de distancia de trabajo: 3.5 nm,
  - A los 39 mm de distancia de trabajo: 10.0 nm;
- Detector de electrones retrodispersados con resolución de la imagen:
  - A las 8 mm de distancia de trabajo: 10.0 nm;
- Detector de análisis EDS: análisis elemental cualitativo con una resolución de 133 eV.

Para el análisis y estudio de las muestras mediante Microscopia Electrónica de Barrido y, tras una preparación convencional de las mismas, se requiere metalizar con una fina capa de oro, o bien, depositando grafito por evaporación.

En el caso concreto del osculatorio se han podido obtener los siguientes resultados. Se trata de una pieza en bronce con varios elementos de aleación como estaño, plomo y zinc. La Difracción de Rayos-X identifica, como mayoritario, el bronce de estaño; aunque esto no es del todo cierto, como hemos podido observar mediante Microscopia Electrónica de Barrido y análisis mediante Energías Dispersivas.

Se ha obtenido una imagen lograda mediante Microscopia Electrónica de Barrido utilizando "electrones retrodispersados", en la que se puede observar la matriz en tonalidad gris frente a las segregaciones de color más blanco que son de elementos más pesados que el cobre, como son estaño, plomo y zinc.

Se han podido identificar cuatro zonas características que han sido analizadas; el análisis de una zona general, denominada como (1), muestra la composición global del bronce del osculatorio, que se corresponde con la siguiente: *Cu: 87,2%; Sn: 4,8%; Pb: 5,3%; Zn: 2,6%*. El análisis de la zona (2), nos da la composición siguiente: *Cu: 19,3%; Pb: 80,7%*, en la cual el elevado porcentaje en plomo nos indica que se trata de una microsegregación de plomo ya que este elemento no es soluble en el cobre; mientras que el bajo porcentaje en cobre encontrado puede ser debido al efecto matriz.

El análisis realizado a la segregación identificada como (3) nos ofrece la composición siguiente: *Cu: 32,38%; Pb: 67,6%*. Como en el caso del anterior, se trata de otra segregación de plomo con un efecto matriz del cobre.

Por último, el análisis de la zona señalada como (4) da como resultado la composición siguiente: *Cu: 92,7%; Sn: 5,33%; Zn: 1,97%,* que al tratarse de una segregación muy pequeña, el efecto matriz es muy grande, por lo que esta composición es parecida a la matriz pero con la ausencia de plomo.

Estas segregaciones, fundamentalmente de plomo, son debidas a la insolubilidad total del plomo en la matriz de cobre y a su bajo punto de fusión, lo que las obliga a rellenar defectos (huecos) y microrrechupes que se producen durante la solidificación de un bronce, mejorando sus características mecánicas, sobre todo, frente a un posible trabajo de forja en frío, que no se ha dado en el caso del osculatorio, exceptuando algunas marcas que presenta.

La presencia de zinc tiene un interés muy elemental en estos bronces, ya que no cambia nada sus características mecánicas. Su utilización en esos porcentajes blanquea al bronce, lo que le da un color más amarillo y le mejora su aptitud frente a posibles operaciones de mecanizado superficial.

La presencia de estas segregaciones rellenando los espacios interdendríticos, durante la solidificación, y que aparecen sin ser embebidas en la matriz de bronce,

demuestra que el osculatorio fue fabricado por el procedimiento a cera perdida, con una gran precisión. Las radiografías demuestran que la composición química tan ajustada, y contenido en plomo, han logrado una pieza sin defectos internos. También, se deduce de las radiografías que la corrosión es muy superficial y generalizada sin presentar picaduras en ninguna zona de la pieza. Las marcas que aparezcan en superficie han sido producidas después del moldeo por grabado mecánico.

En cuanto al análisis de otras piezas metálicas del castro de El Castillón, podemos hacer referencia en primer lugar a la denominada arandela o hebilla de cobre, la cual sobre el terreno nos había parecido de bronce, pero que gracias a los análisis se pudo determinar que era de cobre. Esta ha sido la única pieza de cobre recuperada hasta el momento.

Se trata de una pieza que presenta unas dimensiones de 1,5 X 2 cm, a la cual se le practico la Difracción de Rayos X, así como el analizador de Energías Dispersivas (EDS-EDX), han identificado la pieza como de cobre. El estudio del difractograma, además de certificar que se trata de cobre de gran pureza, detecta algunas de las partículas del terreno, como silicatos, adheridas a él. Las micrografías obtenidas mediante Microscopia Electrónica de barrido demuestran que fue forjada en frío y troquelada.

En cuanto al fragmento de asa de hierro, el estudio realizado de Microscopia Electrónica de Barrido demuestra que se trata de un acero muy suave, con un contenido en carbono inferior al 0,1% en masa. Su microestructura muestra un acero constituido por granos poco homogéneos de ferrita con pequeñas colonias de perlita muy envejecidas en los límites de estos granos. Estas estructuras se formaron por forja en caliente seguido de enfriamiento al aire. El envejecimiento de la perlita ha sido producto del paso del tiempo.

También se realizó el análisis de un pequeño cuchillo o navaja de hierro, que presentaba la hoja partida. El estudio metalográfico demostró que fue templado intencionalmente para lograr una mayor dureza de la pieza. En las micrografias obtenidas mediante Microscopia Electrónica de Barrido se observa una estructura acicular correspondiéndose con un acero que ha sido templado desde la temperatura de forja. Fue forjado en caliente y, posteriormente, enfriado en agua. La ferrita acicular aparece con multitud de carburos de hierro segregados en sus interfases, producto del envejecimiento natural a lo largo del tiempo. No se templó a martensita, lo que hubiera endurecido mucho más la pieza; ya que su contenido en carbono debe rondar el 0,15% en masa.

Entre los numerosos clavos recogidos en El Castillón destaca el análisis que se ha realizado a dos de estos elementos, los que se encontraban en unas mejores condiciones de conservación.

El primero de ellos se trata de un clavo de acero muy suave, con un contenido en carbono inferior al 0,1% en masa, forjado en caliente y enfriado al aire. Se trata de una matriz ferrítica, con algunas pequeñas colonias de perlita muy envejecida en los límites de grano.

El otro clavo es de acero muy suave, con un contenido en carbono inferior al 0,1% en masa. Como se puede observar en las micrografías, obtenidas mediante Microscopia Electrónica de Barrido, se trata de una matriz ferrítica muy limpia de impurezas, con alguna colonia de perlita muy envejecida en los límites de grano de ferrita y algunos carburos de hierro idiomórficos muy pequeños en el interior de estos granos.

El acero fue forjado en caliente y enfriado al aire desde una temperatura algo más elevada de lo normal. Este se aprecia en la presencia de esos carburos de hierro idiomórficos precipitados en el interior de los granos ferríticos, que han aparecido por envejecimiento natural a lo largo del tiempo, como consecuencia de un fuerte grado de subenfriamiento que dejó sobresaturada la ferrita. También la perlita envejecida y degenerada demuestra este envejecimiento natural.

Un elemento significativo dentro de los análisis metálicos es una herradura documentada en la campaña de 2010. Se encuentra en muy buen estado de conservación, se trata de un acero suave (0,15% de C en masa) de gran calidad, con la presencia de perlita envejecida con más de un milenio de proceso de envejecimiento lento por difusión a temperaturas bajas: –10% a 50%.

Presenta una estructura de forja de grano fino, de gran tenacidad y, una ausencia notable de escorias e impurezas. Es un acero hipoeutectoide de, aproximadamente, un 0,15% de carbono en masa, se sorprendente pureza, muy homogéneo y en estado de normalizado, enfriado al aire.

Por último, en lo que respecta a las escorias recuperadas en el castro de El Castillón, que conforman la inmensa mayoría de los materiales metálicos hallados hasta el momento, nos centraremos tan sólo en los análisis realizados sobre las escorias recogidas en 2007, y algunos análisis realizados a piezas significativas correspondientes a la campaña de 2010.

El conjunto de metales de 2007 estaba formado por una serie de escorias de fundición, mezcladas con algunas de forja, junto a trozos de acero muy deteriorados; aunque en ocasiones presentaban un núcleo metálico. Los análisis realizados hasta la fecha se han centrado en cuatro tipos de escorias: escorias de horno compactas; escorias de horno muy compactas; escorias porosas (ceniza de horno); y por último sobre mineral de hierro.

La mayor parte de las escorias están formadas por fayalitas (silicatos de hierro) muy contaminados por el suelo donde se encontraron. Se han podido detectar algunas escorias que no procederían de hornos de reducción de hierro, sino de

fraguas para la forja en caliente del acero, debiéndose este aspecto a la inclusión de sulfuros y otras sales.

En lo que respecta a las escorias porosas (cenizas de horno) analizadas, éstas flotan por encima de la escoria compacta, mientras que ésta lo hace por encima de la pella o lupia esponjosa de metal. Suele contener gran cantidad de gases, por lo que su estructura final es muy porosa, de ahí su flotabilidad en el conjunto metal-escoria y es un buen testigo de lo que ha ocurrido durante el proceso de reducción. Su composición quedó definida por su difractograma, obtenido mediante Difracción de Rayos-X; en este difractograma se detecta la presencia masiva de fayalita en espuma y goetita. Esto vuelve a certificar que parte del mineral no fue reducido durante el proceso y aparece en la espuma. Asimismo, confirma que el mineral utilizado en estos hornos es una limonita, cuyo componente principal es la goetita. Igualmente queda claro que la mezcla de mineral y carbón vegetal no era muy homogénea; ya que parte del mineral flota sobre el conjunto escoria-pella metálica.

El estudio de la estructura de las piezas de acero, que aún conservaban un núcleo metálico, ha podido determinar que se trataría de aceros suaves, de bajo contenido en carbono, hipoeutactoides (0,1% a 0,2% de carbono en masa), forjados en caliente y enfriados al aire. El contenido de impurezas era correcto para una buena calidad de dichos aceros. Esta composición química tan bien ajustada y la forja en caliente correctamente ejecutada, nos sugiere que podría desarrollarse la presencia de herreros diestros en la fabricación de piezas de buena calidad.

En lo que respecta al mineral de hierro, se trata de una mezcla de óxidos e hidróxidos de naturaleza distinta. Es una limonita compuesta, básicamente, por "goetita" y "goetita hidratada", además de la ganga cuarcítica. La estructura que presenta es amorfa y fibrosa, poco compacta y fácilmente disgregable.

La microestructura presenta unas morfologías direccionales de goetita en una matriz de goetita hidratada, con inclusiones de cuarzo. Se trata de una mena de mineral pobre en hierro. Su contenido, en ese metal, oscila entre el 40% y el 60%, en masa del total. Sus contenidos en fósforo no son elevados lo que nos indica que no parece haberse formado con materiales orgánicos en criaderos pantanosos. Esto se confirma en el examen de la pieza metálica estudiada, lo que redunda en la mejor calidad del metal obtenido.

6. CONCLUSIONES

Actualmente podemos decir que estamos comenzando a conocer con mayor exactitud el trabajo de la metalurgia en el castro de El Castillón. Aún sin datos metalúrgicos asignables a un periodo anterior al siglo IV d.C., nuestros esfuerzos

deben de concentrarse en los resultados que tanto la zona metalúrgica como el área de viviendas nos ofrecen a este respecto en relación al periodo tardoantiguo (siglos IV –V d.C.).

Por un lado nos encontramos con una metalurgia del bronce que se ha concentrado, a tenor de los materiales que poseemos hasta el momento, en objetos de uso cotidiano, generalmente de uso doméstico, como son los pendientes, pinzas y el caso del osculatorio. Por otra parte, nos encontramos con lo que será el grueso de la producción metálica en este poblado, que serán los dos hornos de reducción de metal de hierro localizados hasta la fecha.

La utilización de estos hornos debió de ser muy prolongada, a tenor de dos factores principales; por un lado, la gran cantidad de escorias recuperadas hasta la fecha, mas de 50 kg; y por otro la superposición de hornos que, al menos, ha podido ser constatada en la Estructura 02, donde uno de los hornos se superpone a otro, quizás por un colapso de la estructura anterior.

A pesar de contar con esta valiosísima información, hay muchos aspectos que aún desconocemos del trabajo del metal en el yacimiento de El Castillón, y que se nos antojan fundamentales para poder conocer con exactitud todo el proceso. Por otra parte debemos hablar de la zona de fragua de este metal de hierro de la que no hemos encontrado ningún indicio por el momento; pero que, dadas las

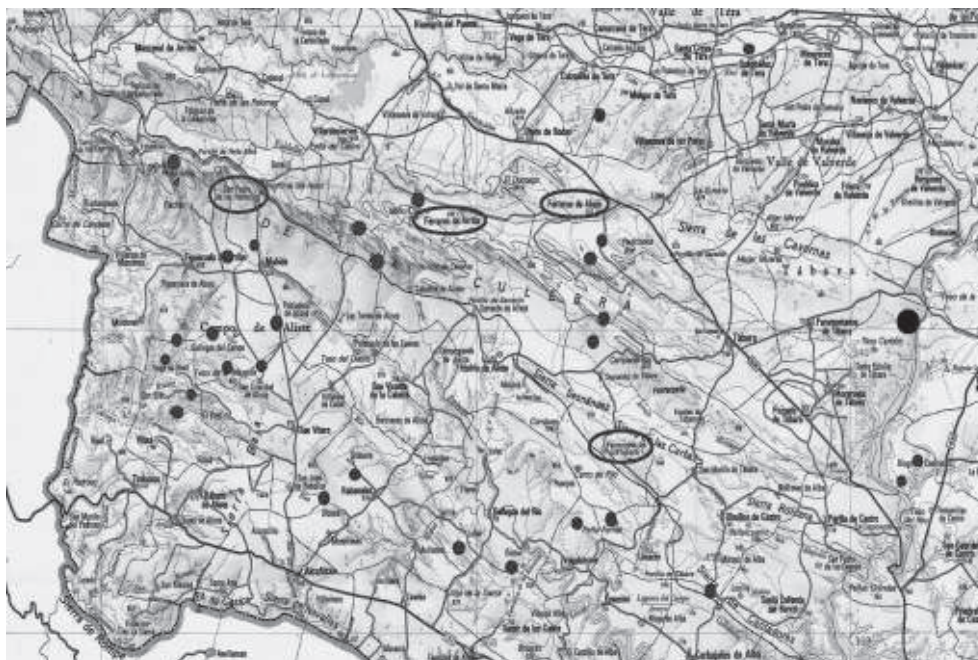



Figura 6. Toponimia relacionada com la metalurgia del hierro.

características y ubicación de los hornos de reducción, debería de encontrarse relativamente cercana para poder facilitar el trabajo del mismo.

Un aspecto fundamental que necesitamos conocer para completar el ciclo de la metalurgia en El Castillón es la procedencia del mineral de hierro; ya que, si bien hay muchos indicios sobre la probablidad de la procedencia de este mineral de la Sierra de la Culebra, donde se encuentra el mineral de hierro en grandes cantidades (Fig. 6) y donde podría extraerse con relativa facilidad, es necesario por el momento contrastar el mineral procedente de la Sierra de la Culebra con algunos de los fragmentos de mineral que hemos podido localizar en un claro contexto arqueológico.

Por lo cual, como vemos, aún nos quedan numerosos aspectos sobre los que trabajar en los próximos años en cuanto a la procedencia del mineral que era reducido en estos hornos, la extracción y transporte del mismo, su reducción en los hornos excavados hasta el momento y su posterior procesado final.

REFERENCIAS

ALONSO SÁNCHEZ, M. A.(1988). Los "osculatorios": todavía algo más. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología.* 13-14(2). 107-120.

ALVAREZ-OSSORIO, F. (1929). Amuletos? Conocidos como "osculatorios". Romano – cristianos, de bronce hallados en España. *Tipografía de Archivos*. Madrid.

ARCE DUARTE, J. M.; MONTESERIN LÓPEZ, V.; PEINADO MORENO, M. & CABRA GIL, P. (1981). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 306 (Villardeciervos)*. Madrid: IGME.

BARBA MARTÍN, A.; LÓPEZ GARCÍA, M. J.; CABRA GIL, P.; MENA INGLES, J. M. & MAURA AMUNÁTEGUI, C. (1981). *Mapa Geológico de España E: 1: 50 000. Hoja y Memoria nº 270 (Benavente)*. Madrid: IGME.

BRIEGO HERNÁNDEZ, P. & GUTIÉRREZ GARCÍA, J. L. (1998). *Sierra de la Culebra: Tierra de Urces y Lobos*. Valladolid: Caja España.

CASTILLO CÁCERES, F. (1994). Notas sobre cuatro remates de removedores de perfume u "osculatorios" inéditos. *Boletín Arqueológico Medieval*. 8. 189-203.

DIAZ MARTÍNEZ, P. C. (1990). El territorio de la actual provincia de Zamora en el contexto de la antigüedad tardía (siglos IV-VI). In *I Congreso de Historia de Zamora.* Zamora: Instituto de Estudios Zamoranos. p. 369-377.

DOMÍNGUEZ BOLAÑOS, A. & NUÑO GONZALEZ, J. (2001). Aspectos militares del Cristo de San Esteban, en Muelas del Pan (Zamora). Un asentamiento en la frontera suevo-visigoda. In *Mil Anos de Forticações na Península Ibérica e no Magreb (500-1500): Actas do Simposio Internacional sobre Castelos.* Lisboa. p. 105-120.

ESPARZA ARROYO, A. (1986). *Los castros de la edad del hierro del noroeste de Zamora.* Zamora: Instituto de estudios zamoranos Florián de Ocampo (Diputación de Zamora).

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, A.; MONTERO GÓMEZ, J. M. & MORO BENITO, M. C. (1995). Los hierros sedimentarios ordovícicos del sinforme de Alcañices (Provincia de Zamora, España). *Boletín Geológico y Minero*. 106-5. 415-428.

FERNÁNDEZ GUERRA, A. (1879). *Monumentos cristianos españoles antiquísimos e inéditos*. La Ilustración Católica. 39. Madrid. p. 307.

FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, F.; MONTESERIN LÓPEZ, V.; NUÑO ORTEA, C.; ARCE DUARTE, J. M.; MAURA AMUNÁTEGUI, C.; PEINADO MORENO, M.; FONOLLA OCETE, F. & MANSILLA, H. (1982). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 339 (Moreruela de Tábara)*. Madrid: IGME.

FERNANDEZ RIVERA, B. (1987). Aproximación al estudio de las pinturas rupestres esquemáticas del abrigo de El Castillón, Santa Eulalia de Tabara (Zamora). *Studia Zamorensia.* Salamanca.

FUENTES DOMÍNGUEZ, A. (1988). Sobre los denominados "osculatorios": a propósito de dos ejemplares conquenses. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología.* 13-14(2). 205-217.

GARCÍA MORENO, L. A.(1990). Zamora del dominio imperial romano al visigodo. Cuestiones de Historia Militar y geopolítica. In *I Congreso de Historia de Zamora. Instituto de Estudios Zamoranos "Florian de Ocampo"*. Zamora. p. 455-466.

GIL SERRANO, G.; MONTESERÍN LÓPEZ, V.; MAURA AMUNÁTEGUI, C. & LÓPEZ GARCÍA, M. J. (1981). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 337-338 (Latedo-Alcañices).* Madrid: IGME.

JUAN TOVAR, L. C & BLANCO GARCÍA, J. F. (1997). *Cerámica común tardorromana, imitación de sigillata, en la provincia de Segovia. Aproximación al estudio de las producciones cerámicas del s. V d.C en la Meseta Norte y su transición al mundo hispano-visigodo.* Anejos de AEspA, 70. p. 171-219.

LARRÉN IZQUIERDO, H. *et al.* (2003). *Ensayo de sistematización de la cerámica tardoantigua en la cuenca del Duero.* Anejos de AEspA XVIII. Mérida. p. 273-306.

MARTÍN SERRANO, A.; BARBA MARTÍN, A.; CABRA GIL, P.; ALCALDE OÑATE, A.; MENA INGÉS, J. M. & MAURA AMUNÁTEGUI, C. (1981). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 340 (Manganeses de la Lampreana)*. Madrid: IGME.

MARTÍN SERRANO, A. & PILES MATEO, E. (1982). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 308 (Villafáfila)*. Madrid: IGME.

MORIN DE PABLOS, J. (2006). *Arqueología del poblamiento visigodo en el occidente de la Meseta Norte (siglos V-VIII).* Zona Arqueológica, nº 8, La investigación arqueológica de la época visigoda en la Comunidad de Madrid. Madrid. p. 175-216

NUÑO, C.; MONTESERIN LÓPEZ, V.; ARCE, M.; FERNÁNDEZ POMPA, F.; LÓPEZ GARCÍA, M. J.; CABRA GIL, P.; ALCALDE OÑATE, A.; FONOLLA, F.; MENA INGLÉS, J. M. & MAURA AMUNÁTEGUI, C. (1982). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 307 (Ferreras de Abajo)*. Madrid: IGME.

PLAZA GUTIERREZ, J. I. (1986). Estructura y dinámica del paisaje en un espacio de transición del Oeste zamorano: Tábara. Situación actual y sugerencias para una ordenación. *Studia Zamorensia*. 7. 173-195.

PUIG Y LARRAZ, G., (1883). *Descripción física y geológica de la provincia de Zamora*. Madrid: IGME.

QUIROGA DE LA VEGA, J. L., GABALDÓN LÓPEZ, V. & SÁNCHEZ CELA, V. (1982). *Mapa Geológico de España E: 1:50 000. Hoja y Memoria nº 368 (Carbajales de Alba)*. Madrid: IGME.

REGUERAS GRANDE, F. (1990). ¿Osculatorios, removedores de perfumes, "ruecas votivas"?: sobre una nueva pieza hallada en Villafuerte (Valladolid) y algunas reflexiones en torno a este tipo de útiles. *Numantia*. 3. 175-193.

RODRÍGUEZ MONTERRUBIO, O. & SASTRE BLANCO, J. C. (2008). Aproximación a los trabajos de investigación en los Castros de Peñas de la Cerca y El Castillón (Zamora). In *I Jornada de Jóvenes en investigación arqueológica: Dialogando con la cultura material*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. p. 271-278.

ROLDÁN HERVÁS, J. L. (1975). *Itineraria Hispana: Fuentes antiguas para el estudio de las vías romanas en la Península Ibérica*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

SÁNCHEZ GÓMEZ, L. A. (1997). Tierra de Tábara. De señorio a reserva de caza. *Colección de etnografía en las comarcas zamoranas.* Zamora.

SASTRE BLANCO, J. C. (2006). Una aproximación a la puesta en valor del arte esquemático y su paisaje. La Sierra de la Culebra (Zamora). *Revista electrónica del Programa de Doctorado "Arqueología y Territorio"*. Granada: Universidad de Granada.

SEVILLANO CARBAJAL, V. (1978). *Testimonios arqueológicos de la provincia de Zamora*. Zamora: Instituto de Estudios Zamoranos "Florian de Ocampo".

SOLANA SÁINZ, J. M. & SAGREDO SAN EUSTAQUIO, L. (2006). *La red viaria romana en Hispania, siglos I-IV d.C.* Valladolid: Universidad de Valladolid.

Resumen: Desde el año 2007 venimos llevando a cabo un proyecto de investigación en el yacimiento de El Castillón centrándonos en las estructuras tardoantiguas y de la Edad del Hierro. En estas campañas se han excavado dos hornos metalúrgicos de planta circular, relacionados con la metalurgia del hierro. Durante las excavaciones hemos podido documentar una gran cantidad de escorias de fundición de hierro, así como una importante cantidad de objetos realizados en este metal, y en menor medida en bronce y cobre.

Entre los numerosos objetos metálicos que hemos localizado sobresale la presencia de una cantidad de clavos, punzones y cuchillos de hierro, así como herraduras de caballo, arandelas, etc.

Todos estos materiales junto con las escorias recuperadas en estos hornos son analizadas por el Grupo de Investigación de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Universidad Complutense de Madrid, dirigido por el Profesor D. Antonio J. Criado Portal, con el objetivo de conocer con exactitud la duración de los diversos hornos y las diferentes reutilizaciones y reparaciones de los mismos que nos muestra la secuencia estratigráfica.

Palabras clave: Tardoantigüedad, Metalurgia del hierro, Escorias, Hornos de fundición.

Abstract: From 2007 we started an Archaeological Investigation Project in El Castillón. This project is investigating the structures relationed with Late Roman period and Iron Age in the province of Zamora. These archaeological seasons discovered and excavated two circular metallurgical furnaces, this furnaces are relation with iron metallurgy. Discovered inside of this furnaces great amount of iron slags, as well as an important amount of iron artefacts, and also in bronze and copper.

About the numerous metallic artefacts that we have located, predominate expecially the great amount of nails, iron striker pins, and knives, as well as horseshoes of horse, washers, etc.

All these artefacts and the iron slags found in these furnaces are analyzed by the Technology Research Group Mechanics and Archaeometallurgy of the Universidad Complutense de Madrid, directed by Professor D. Antonio J. Criado Portal, with the object of knowing with exactitude the use duration of the diverse furnaces and the different reusabilities and repairs that we can see in stratigraphic sequence.

Key words: Late Roman period, Iron metallurgy, Iron slags, Furnaces.

3. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA

TÉCNICAS NÃO INTRUSIVAS NA PROSPECÇÃO ARQUEOLÓGICA

FERNANDO ALMEIDA[1]
JORGE CARVALHO[2]

1. PROSPECÇÃO GEOFÍSICA EM ARQUEOLOGIA – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Introdução

A prospecção geofísica, ao longo das últimas décadas, tem vindo a ser progressivamente mais utilizada em arqueologia. Permite um mapeamento não intrusivo nem destrutivo do subsolo, potencialmente relacionável com a presença ou ausência de estruturas/objectos interessantes do ponto de vista arqueológico (Clark 1996).

Diversos métodos geofísicos (Telford *et al.* 1990; Reynolds 1997), utilizando diferentes equipamentos e procedimentos de recolha de dados, sensíveis a contrastes de diferentes propriedades físicas e químicas do subsolo, podem ser utilizados individualmente, ou de forma complementar, para estudar o subsolo e, a escalas maiores, o edificado.

Os dados processados e interpretados, apresentados sob a forma de perfis 1D, secções/mapas 2D ou blocos 3D, eventualmente integrados num sistema de informação geográfica, SIG, são susceptíveis de permitir a divisão das zonas prospectadas segundo o seu potencial interesse arqueológico orientando, nomeadamente, a programação de futuros trabalhos.

Em termos logísticos, as áreas extensas requerem, frequentemente, uma abordagem por fases distintas: reconhecimento com testes preliminares de adequação dos métodos, planeamento, execução da campanha, processamento e interpretação.

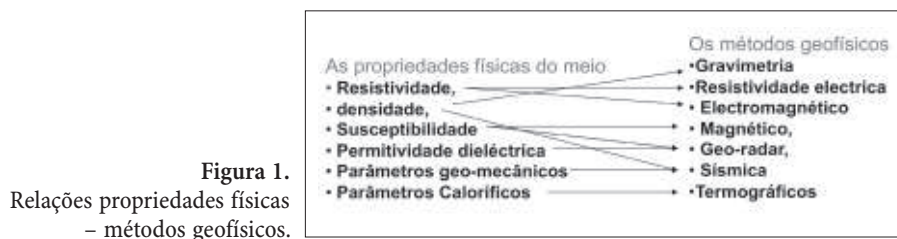
[1] Universidade de Aveiro, GEOBIOTEC. fernandoalmeida@ua.pt
[2] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/DEM, CIGAR. jorcarv@fe.up.pt

Pelo contrário, em áreas reduzidas, minimiza-se o esforço nas primeiras fases, em particular nos testes preliminares e no planeamento.

1.2. Métodos geofísicos, passivos ou activos?

Os métodos geofísicos podem ser classificados como activos ou passivos consoante utilizem fontes artificiais ou naturais. No entanto, os mais utilizados em arqueologia são os activos.

A escolha do método a aplicar, em cada caso particular, deve tomar em consideração, nomeadamente, a informação ligada ao subsolo vista segundo duas perspectivas: a natural, relativa ao conhecimento geológico – nível hidrostático, litologia, grau de meteorização, etc. – e a antrópica, resultante da intervenção humana, referente à presença de estruturas e níveis de ocupação. A consideração das duas referidas perspectivas condicionam as propriedades físicas mais relevantes, no sentido do estabelecimento de contrastes que tornem detectáveis os alvos arqueológicos. A selecção do método a empregar deve tomar em consideração as propriedades físicas relevantes do maciço, que dependem de três factores: composição mineralógica, porosidade e electrólito. Conhecendo estes três factores, pode ser estabelecida uma relação conceptual entre as propriedades físicas do meio e os métodos geofísicos mais adequados, de acordo com o quadro síntese apresentado na Fig. 1.

Figura 1. Relações propriedades físicas – métodos geofísicos.

2. MÉTODOS GEOFÍSICOS RELEVANTES

2.1 Método magnético – passivo

O método magnético (Aspinall *et al.* 2008; Schmidt 2009) utiliza como "fonte" o campo magnético terrestre e é, portanto, do tipo passivo. O campo magnético terrestre funciona como campo indutor de magnetização que se associa a heterogeneidades da susceptibilidade magnética (Fig. 2).

Deste modo, é possível detectar zonas alvo do ponto de vista arqueológico, nomeadamente associadas a locais onde se formaram/depositaram materiais ferromag-

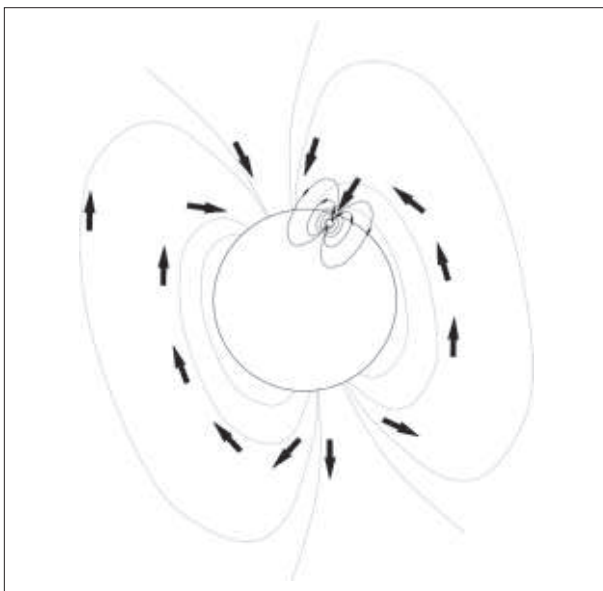



Figura 2.
O campo terrestre dipolar induz localmente campos secundários que somados vectorialmente ao campo terrestre primário constituem o campo total medido à superfície do terreno.

néticos. O ferro metal é um material de elevada susceptibilidade magnética, sendo facilmente detectável por este método. A magnetite presente em certos contextos geológicos – basaltos, gabros, etc. –, constitui também um alvo preferencial para o método, eventualmente sob o ponto de vista arqueológico, quando constituintes de rochas integrantes de antigas estruturas edificadas, actualmente soterradas. Por outro lado, a radiação solar provoca a desidratação dos hidróxidos de ferro existentes no horizonte superficial do solo e a formação do mineral ferromagnético maghemite, eventualmente associada ao preenchimento natural de antigas valas. Locais que no passado estiveram sujeitos a fenómenos de combustão, como fogueiras e fornos, são também detectáveis pelo método, assim como ambientes redutores associados à decomposição de matéria orgânica, como no caso de sepulturas e de deposição de resíduos orgânicos, onde os hidróxidos de ferro também se transformam em minerais ferromagnéticos.

Diversos tipos de equipamentos, magnetómetros, com distintas sensibilidades e princípios de funcionamento, podem ser utilizados na prospecção, nomeadamente o de protões, de menor sensibilidade, até ao de bombagem óptica, de muito maior sensibilidade. A aquisição em modo contínuo pode realizar-se com um sensor, ao longo de perfis, tendo por referência uma base onde é registada a variação diurna do campo magnético terrestre ou, em alternativa, com dois sensores de sensibilidade elevada, em modo gradiómetro.

Utilizando apenas um sensor, os valores obtidos para o campo magnético devem ser corrigidos da variação diurna obtida na base, de modo a permitir a ligação dos

vários perfis conducente à obtenção de um mapa 2D do campo. Em modo gradiómetro, a variação diurna é automaticamente anulada, obtendo-se mapas 2D das diferenças do campo magnético terrestre entre os dois sensores.

A modelação/interpretação, com base nos mapas referidos é a fase final do reconhecimento geofísico, prévio a eventuais futuras intervenções arqueológicas. No entanto, por vezes, os resultados geofísicos expressos em mapas resultam em padrões suficientemente elucidativos e consistentes, sob os pontos de vista geométrico e dimensional, permitindo interpretações arqueológicas directas, sem recurso a escavação.

A título de exemplo de uma intervenção (Fig. 3) na qual a escavação arqueológica foi apoiada em reconhecimento prévio pelo método magnético, refere-se a Agra do Crasto, Aveiro, onde foi possível modelar corpos lineares com o seu topo localizado a cerca de 0,3 m de profundidade, associados ao preenchimento natural de valas antrópicas. Neste modelo, a camada superficial com cerca de 0,3 m foi interpretada como estando associada ao desmantelamento provocado pela passagem do arado, selando à superfície as valas subjacentes. Estes alinhamentos magnéticos, associados às valas, foram posteriormente sujeitos a intervenção arqueológica criteriosa, nos locais das actuais fundações de equipamentos escolares.

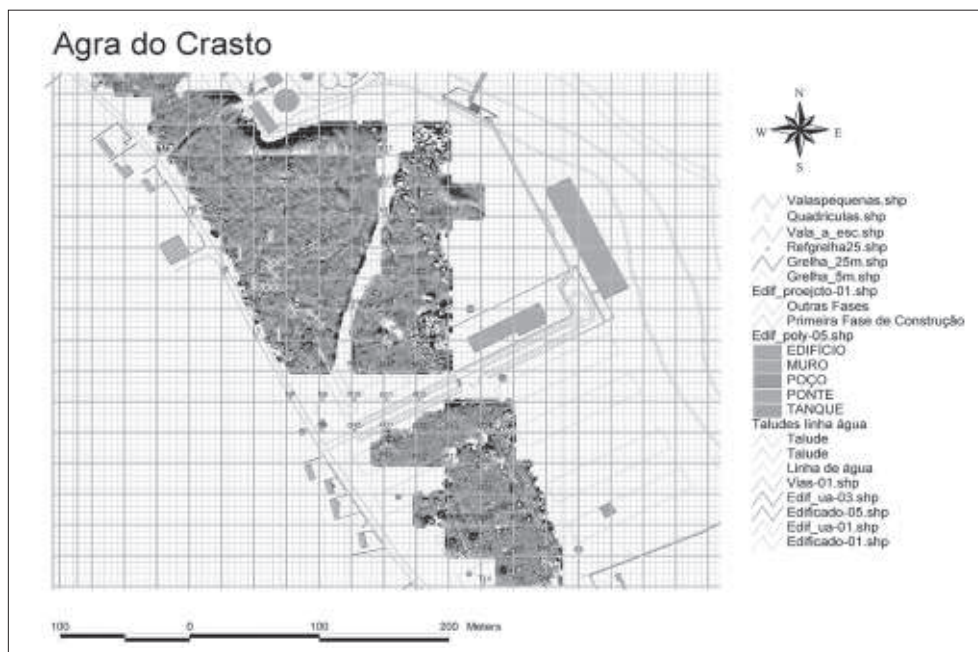



Figura 3. Agra do Crasto – imagem de gradiometria magnética e plano da intervenção arqueológica.

2.2 Métodos eléctricos – variantes activas e passivas

Os métodos eléctricos (Schmidt 2009) tiram partido das correntes eléctricas, naturais ou provocadas, que atravessam o meio em estudo. Apesar de se poderem obter medidas do potencial eléctrico tirando partido de correntes naturais – método do potencial espontâneo – a variante do método mais utilizado é do tipo activo, estabelecendo-se uma corrente eléctrica contínua que atravessa o subsolo através de dois eléctrodos e medindo-se a diferença de potencial entre outros dois eléctrodos. A corrente de electrões é fornecida por uma fonte contínua comutada e quando atinge os eléctrodos – semi-pilha – transforma-se em correntes iónicas que atravessam o terreno. A maior ou menor resistência à passagem de corrente iónica vai depender da porosidade e do seu preenchimento pelo electrólito, com maior ou menor concentração salina, que constituiu a fase líquida do maciço.

As estruturas arqueológicas, que apresentem contrastes na resistividade eléctrica, relativamente ao meio envolvente, podem ser detectadas por este método, como por exemplo algumas estruturas soterradas e/ou cavidades: muros, pavimentos, fundações, aterros, derrubes, sepulturas, túneis e grutas.

O equipamento base é constituído pelos circuitos de corrente e de potencial (Fig. 4). Existem diversas geometrias de distribuição espacial dos quatro eléctrodos no

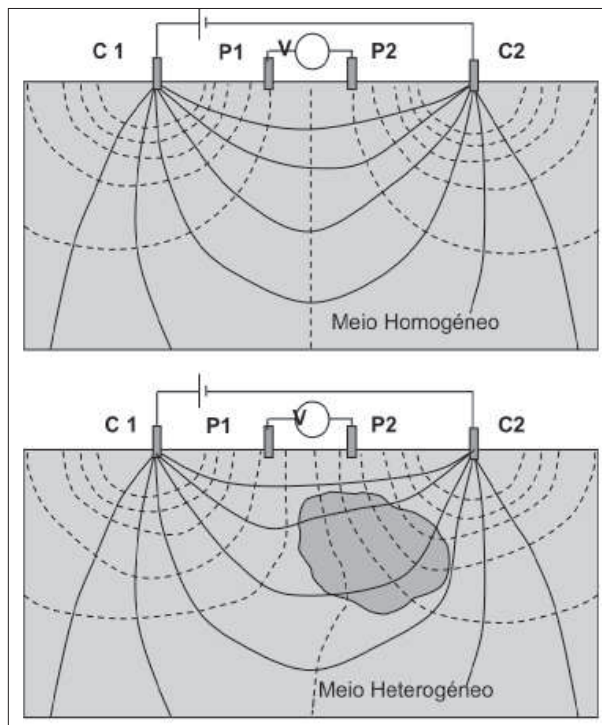
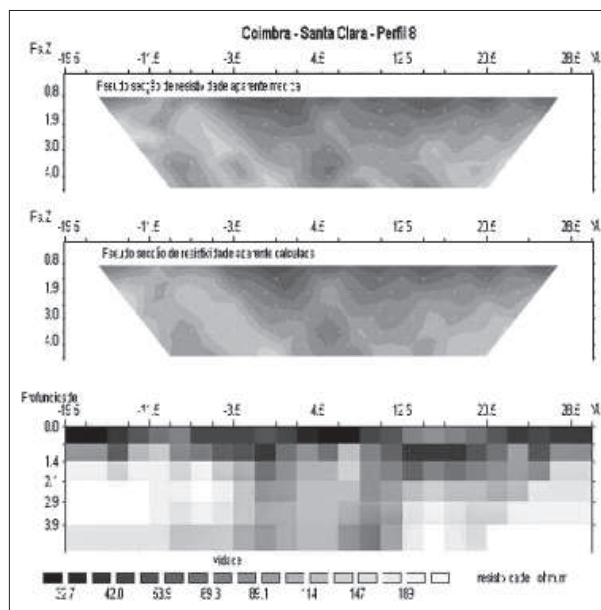



Figura 4.
Configuração electródica em meio homogéneo e heterogéneo constituído pelo circuito de corrente, eléctrodos C1 e C2 e de potencial, eléctrodos P1 e P2.

terreno. Em cada local de aquisição, é necessário conhecer o valor da corrente que atravessa o terreno e medir a diferença de potencial entre os respectivos eléctrodos, para assim obter o valor da resistência eléctrica, transformada em resistividade aparente através de um factor dependente da geometria do arranjo espacial dos quatro eléctrodos – configuração electródica.

Transladando o sistema de quatro eléctrodos, obtém-se informação lateral ao longo de perfis que permitem detectar heterogeneidades na resistividade do meio; quando se associam em planta vários perfis, com a mesma geometria, obtêm-se mapas 2D a profundidade equivalente. Aumentando o afastamento entre eléctrodos, obtém-se informação a maior profundidade e de maior influência lateral. A conjugação da translação, abcissas, e da escala, ordenada / pseudo profundidade, permite obter uma designada pseudo-secção de resistividade aparente, a partir da qual se realiza o posterior processamento 2D. Transladando pseudo-secções paralelas, ou sobrepondo mapas para geometrias de escala diferente, obtêm-se blocos 3D.

A moderna aquisição de dados é geralmente obtida com sistemas multi-electródicos, operando-se dentro do equipamento uma comutação de canais que agulha os quatro eléctrodos, de cada medida, de acordo com uma geometria sequencial programada. Os dados de campo são posteriormente utilizados num programa de inversão geofísica, que permite obter uma distribuição espacial celular de resistividades – modelo – que reproduz dados teóricos ajustados aos dados de campo dentro de uma margem de erro conhecida. A interpretação apoia-se no referido

Figura 5.
Santa Clara – pseudo-secções de resistividade aparente, medida e calculada por inversão e modelo celular de resistividade.

modelo representativo da realidade. A título de exemplo, referem-se dois trabalhos: um relativo à prospecção efectuada na periferia dos claustros da Igreja de Santa Clara em Coimbra, onde as construções soterradas foram identificadas para planear a construção de uma ensecadeira de protecção ao espaço a musealizar (Fig. 5).

Um outro trabalho relativo ao reconhecimento de duas mamoas, na região nordeste de Portugal (Cavalheiro & Carvalho 2004) para cujo mapeamento foram comparados diferentes métodos de interpolação, nomeadamente geoestatísticos e com base na interpolação de banda limitada, no domínio da análise de Fourier (Bracewell 1978; Papoulis 1962), sendo apresentados mapas das duas referidas mamoas (Fig. 6) obtidos em a) pelo método geoestatístico da krigagem normal e em b) por um interpolador de banda limitada, com recurso à análise de Fourier.

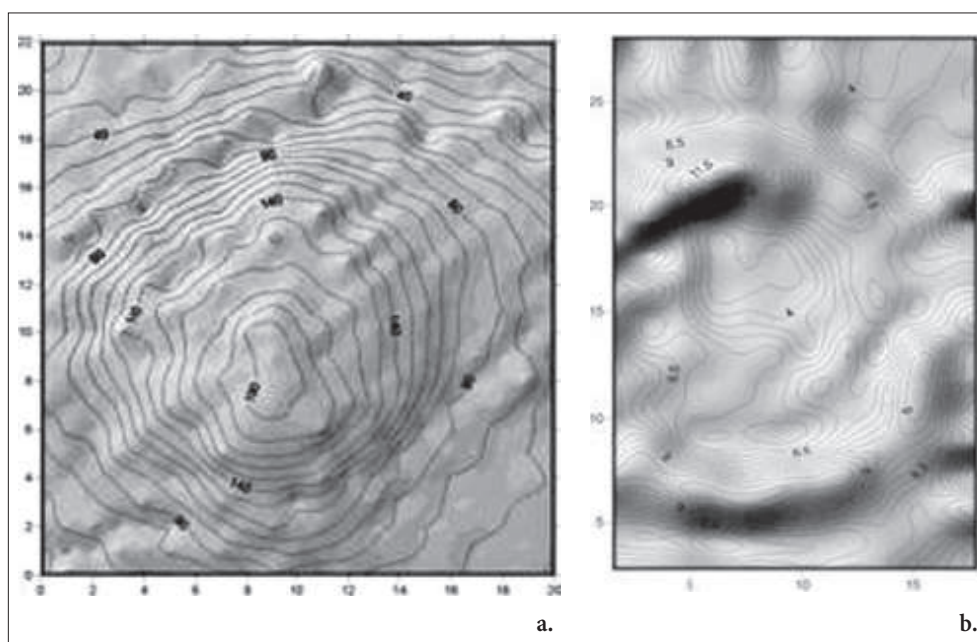



Figura 6.
a – Mapeamento de uma mamoa obtido pelo método da Krigagem normal.
b – Mapeamento de uma mamoa obtido por interpolação de banda limitada.

2.3 Métodos electromagnéticos – campo difusor e campo radiante

De igual modo, como nos métodos eléctricos, certas variantes do método electromagnético tiram partido de correntes eléctricas do tipo alternado que tanto podem ser naturais, variante passiva, como podem ser provocadas, na variante activa. Neste caso, as correntes variáveis no tempo são tratadas como ondas elec-

tromagnéticas e a sua dependência, com a frequência e as propriedades físicas, pode ser estabelecida por intermédio do número de onda complexo, de acordo com a teoria da propagação de ondas electromagnéticas (Fig. 7). O número de onda complexo tem uma parte real, dependente da permitividade dieléctrica, da permeabilidade magnética relacionável com a susceptibilidade magnética e do quadrado da frequência, enquanto, a parte imaginária, depende da condutividade eléctrica / inverso da resistividade, da permeabilidade magnética e da frequência. Assim, para altas frequências, superiores à ordem de grandeza das dezenas de MHz, a componente imaginária pode ser desprezada ocorrendo campos radiantes, pelo que, o método responde aos parâmetros físicos permitividade dieléctrica, proporcional à quantidade de água existente no meio, e permeabilidade magnética, característica do meio. Para baixas frequências, o número de onda tem como dominante a componente imaginária, ocorrendo campos difusores na forma de correntes induzidas e o método responde tanto à condutividade, como no método da resistividade eléctrica, como à susceptibilidade magnética, de igual modo ao método magnético. No primeiro caso, para campos radiantes, ocorrem correntes de deslocamento e o método é conhecido por GPR, radar de solos ou geo-radar, enquanto no segundo, para campos difusores, ocorrem correntes de indução, dando origem à designação de métodos electromagnéticos por indução.

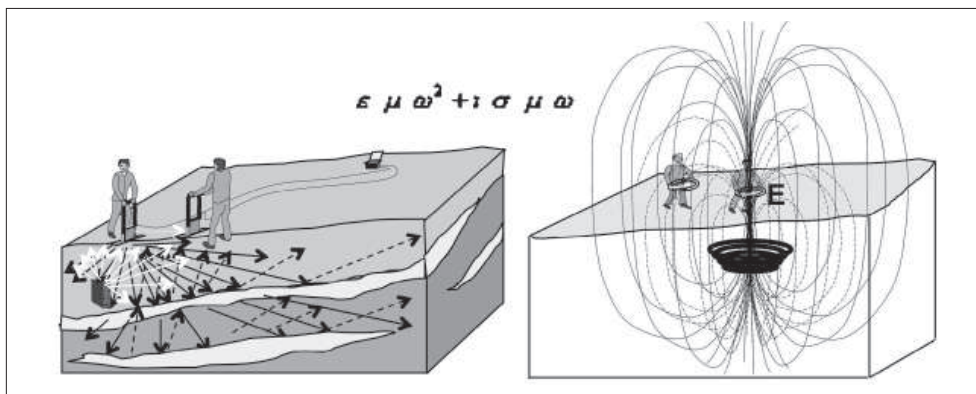



Figura 7. Representações esquemáticas: à esquerda, do campo radiante para frequências w elevadas; à direita, do campo difusor para baixas frequências. Superiormente: expressão do número de onda complexo.

No método electromagnético por indução, utilizam-se geralmente duas bobines, uma correspondente à fonte e outra que regista a combinação dos campos electromagnéticos primário e secundário. Visto as correntes serem induzidas, não se torna necessária a utilização de eléctrodos como no caso da resistividade eléctrica, tornando este método mais expedito para a obtenção de mapeamentos a pseudo-

-profundidades constantes, dependentes das frequências utilizadas. Em arqueologia, os mapeamentos da condutividade eléctrica, resultantes da utilização deste método, são também frequentemente comparados com os obtidos pelo método magnético, para posterior interpretação cruzada.

O método do geo-radar (Conyers & Goodman 1997) tem sido utilizado com grande sucesso em arqueologia, atendendo ao seu fácil manuseamento e versatilidade. O equipamento é basicamente constituído por uma antena emissora de impulsos electromagnéticos e uma receptora, que regista os respectivos ecos – difracções e reflexões. Nas aplicações à arqueologia, assim como em várias outras, as antenas devem ser blindadas para minimizar ecos em alvos situados acima da superfície do terreno. Os mais recentes equipamentos podem tirar partido da utilização de antenas com diferentes frequências centrais, permitindo a obtenção de secções 2D com diferentes resoluções e atingindo várias profundidades, em função das características físicas dos terrenos e alvos a atingir, fornecendo imagens 3D após conveniente concatenação e processamento.

Atendendo às dimensões geralmente reduzidas dos alvos arqueológicos, a densidade de amostragem é geralmente fundamental para a obtenção de imagens com suficiente resolução lateral. Assim, é importante, na fase de aquisição de dados, que o terreno tenha condições para um eficaz acoplamento das antenas, assim como para a sua mobilidade ao longo de perfis próximos pré-definidos.

O processamento dos dados, sob a forma de radargramas obtidos ao longo dos perfis, inicia-se pela edição da geometria, seguindo-se-lhe geralmente: definição do tempo zero, filtragem 1D e 2D, definição de ganho variável no tempo e ajuste de hipérboles para determinação de velocidades conducentes à transformação da escala de tempos de ida-volta em escala de profundidades estimadas. Sendo a densidade de perfis suficiente, é possível compor blocos 3D, a partir de secções 2D, seccionáveis em planta a diferentes tempos/profundidades.

São várias as possíveis aplicações do geo-radar em arqueologia, na determinação de níveis de ocupação, muros, pavimentos, condutas, cavidades e, em edifícios históricos, refere-se a identificação de tipos de alvenarias, rebocos e espaços entaipados.

A título de exemplo, referem-se dois recentes reconhecimentos por geo-radar: um na Quinta do Côvo, Oliveira de Azeméis, tendo como objectivo, nomeadamente, a localização de restos de antigos fornos, testemunhos do importante pólo industrial vidreiro, de que é exemplo a antiga fábrica de vidros do Côvo, que no local floresceu e perdurou durante séculos (Tavares *et al.* 2010), um outro na zona de Tresminas, Trás-os-Montes, tendo por objectivo o mapeamento/delimitação de uma estrutura em alvenaria, parcialmente enterrada, possivelmente restos de um antigo anfiteatro romano, um dos vestígios da conhecida ocupação romana na região, relacionada com a exploração mineira, em particular de ouro (Martins *et al.* 2010).

Figura 8. Anomalia GPR no "Picadeiro coberto" da Quinta do Côvo – secção horizontal 2D de um bloco 3D.

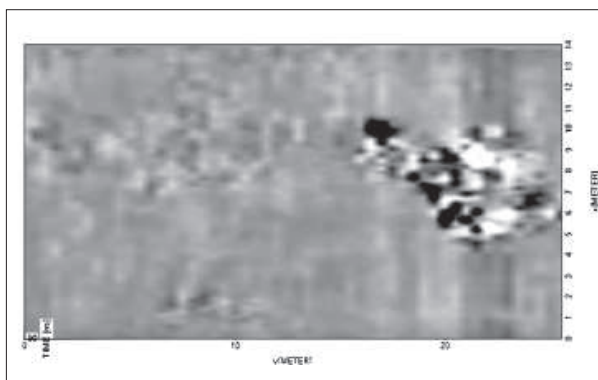



Figura 9. Anomalia GPR no "Picadeiro coberto" da Quinta do Côvo – secção horizontal 2D de um bloco 3D.

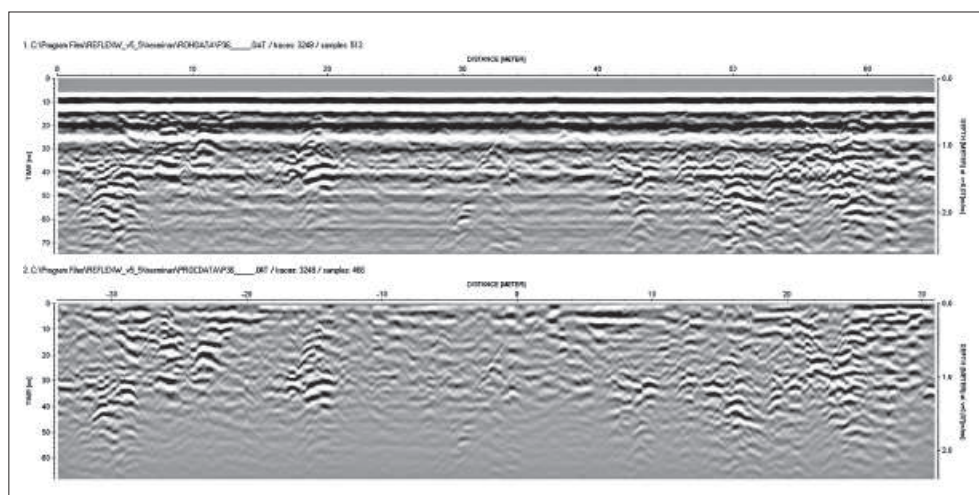
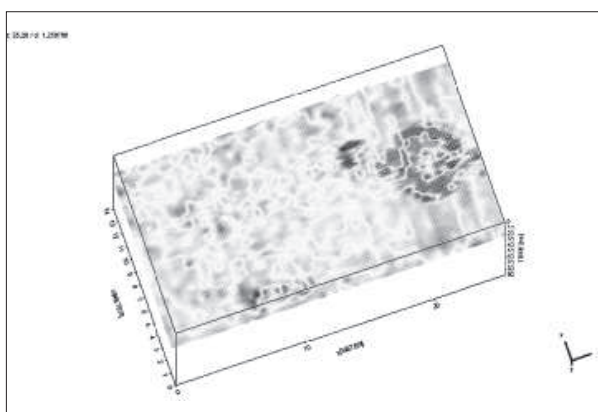



Figura 10. Dois radargramas relativos ao mesmo perfil obtido em Tresminas: o superior sem processamento e o inferior com processamento.

Nas figuras 8 e 9 são apresentadas duas imagens relativas ao reconhecimento realizado no local designado por "Picadeiro coberto", na Quinta do Côvo, nas quais é visível uma nítida anomalia, muito provavelmente relacionada com os restos soterrados de um antigo forno. Nas referidas figuras são mostradas secções horizontais 2D de blocos 3D, obtidos por interpolação de diferentes radargramas verticais paralelos, após diferentes tipos de processamento.

Nas figuras 10 e 11 são apresentadas três radargramas de um mesmo perfil, relativos ao reconhecimento realizado em Tresminas, Trás-os-Montes (Martins *et al.* 2010).

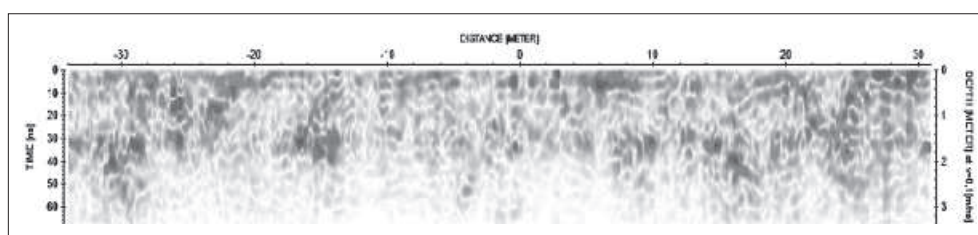



Figura 11. Radargrama com processamento de um perfil obtido em Tresminas.

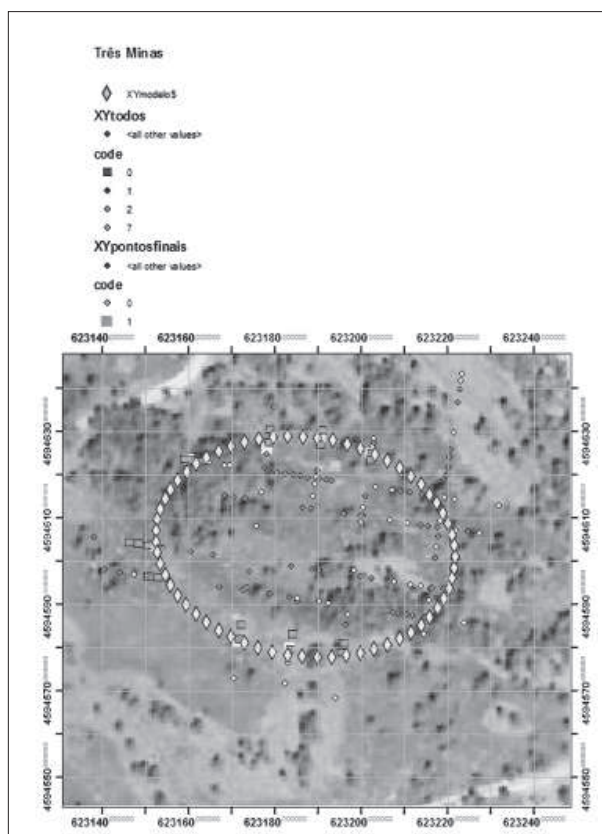



Figura 12. Imagem obtida com recurso a uma plataforma SIG, com modelo elíptico ajustado representativo da geometria da estrutura investigada em Tresminas.

Na figura 10 o radargrama superior não tem processamento e o inferior tem o seguinte processamento: definição/correcção do tempo zero, filtragem da componente continua, aplicação de filtro *butterworth* passa-banda e de função controlo de ganho.

Na figura 11 o radargrama apresentado, para além do processamento anteriormente referido para o radargrama inferior da figura 10, apresenta o efeito da aplicação da transformada de Hilbert com o objectivo de tornar mais visíveis algumas anomalias, nomeadamente as localizadas nos extremos do radargrama, relativas à estrutura soterrada, em alvenaria, com resolução das duas estruturas paralelas, em forma de muro, que a constituem.

Na figura 12 é apresentada uma imagem resultante da integração de diferentes tipos de informação, com recurso a um plataforma SIG, na qual se apresenta um modelo da geometria da estrutura investigada em Tresminas, resultante em parte de um ajuste a anomalias identificadas em diferentes radragramas realizados no local e de extrapolação para uma zona insuficientemente reconhecida.

3. OUTROS MÉTODOS GEOFÍSICOS

3.1. Método sísmico – activo

O método sísmico, do tipo activo, usa frequentemente como fonte o impacto de uma massa na superfície do terreno, provocando uma deformação mecânica pontual do maciço, que se propaga através do subsolo sob a forma de vários tipos de ondas sísmicas, volumétricas e de superfície. A velocidade de propagação das ondas sísmicas depende dos módulos elásticos de deformabilidade e da densidade do meio atravessado. Nas interfaces entre meios com diferentes propriedades mecânicas / impedâncias acústicas (impedância: produto da velocidade pela densidade), verificam-se fenómenos de reflexão e refracção das ondas incidentes, baseados em duas variantes do método: reflexão e refracção. No caso particular da arqueologia, a refracção é a variante mais utilizada para o mapeamento da espessura das camadas de solo/aterro, de menores velocidades sísmicas, sobrejacentes ao substrato rochoso de maiores velocidades.

O equipamento utilizado é composto genericamente por uma fonte sísmica, frequentemente uma marreta com sistema de disparo ao tempo zero, transdutores/geofones, distribuídos espacialmente no terreno, que transformam a vibração das partículas do solo em voltagem. Os sinais eléctricos resultantes são adquiridos pelo sismógrafo, unidade de aquisição/armazenamento/visualização de sinais.

O processamento, ao nível da variante da refracção, inicia-se pela determinação dos tempos das primeiras chegadas aos geofones, do tipo de ondas escolhido, geralmente ondas P de compressão, cujo posterior processamento permite obter modelos

da distribuição espacial das velocidades sísmicas. A modelação que melhor descrimina a distribuição das velocidades em secções 2D é a técnica da refracção tomográfica.

A título de exemplo, refere-se um trabalho realizado na Praça 1º de Maio, em Évora, para a construção de um parque de estacionamento numa zona de aterros históricos (Fig. 13) tendo sido possível obter um modelo da distribuição das velocidades de propagação das ondas sísmicas permitindo inferir a espessura dos aterros sobrepostos ao substrato rochoso de velocidades mais elevadas.

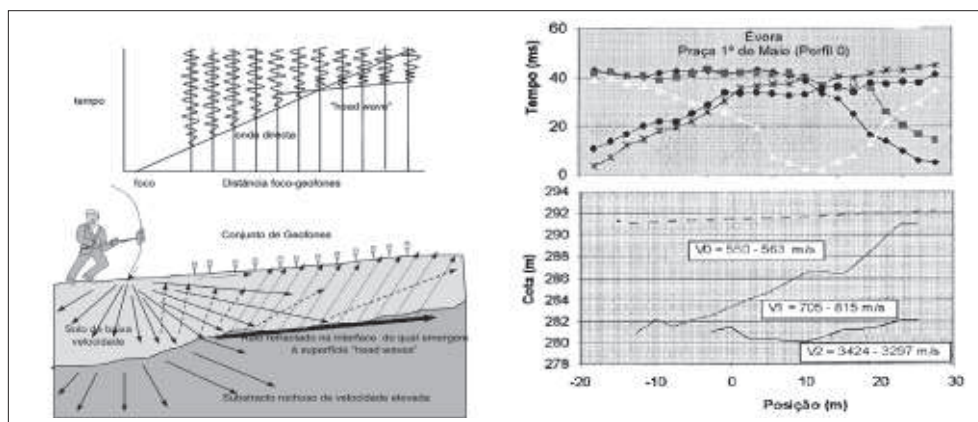



Figura 13. Método da refracção sísmica: à esquerda, esquema representativo da propagação e do registo das primeiras chegadas das ondas sísmicas; à direita, dromocrónicas obtidas em Évora para a construção de um parque de estacionamento numa zona de aterros históricos e respectivo modelo.

3.2. Método gravimétrico – passivo

O método gravimétrico, do tipo passivo, tira partido das variações do campo gravítico terrestre – aceleração gravítica – resultantes da distribuição espacial da densidade no meio investigado e, em particular, de contrastes de densidade entre as anomalias alvo e o meio envolvente. Nas aplicações à arqueologia, é comum a utilização das técnicas denominadas de microgravimetria e gradiente gravimétrico, em particular para a detecção de cavidades e túneis/galerias, associadas a variados tipos de estruturas artificiais ou naturais (Fig. 14).

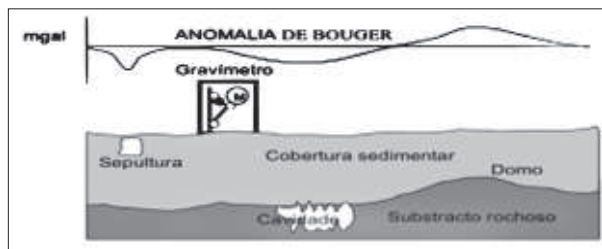



Figura 14.
Método gravimétrico: esquema representativo de anomalias gravimétricas, tipos de alvos e gravímetro.

Estas técnicas recorrem a equipamentos de muito alta precisão/sensibilidade, denominados gravímetros, requerendo o processamento dos dados de várias correcções, nomeadamente, da deriva, latitude, maré terrestre e terreno/elevação – correcções de Bouguer, ar-livre – com o intuito de evidenciar as anomalias relacionadas com o objectivo do reconhecimento e filtrar variações do campo gravítico não relacionáveis com o contraste de densidades / anomalia que se pretende evidenciar.

4. MODELO FINAL

O modelo final é o resultado de quatro processos encadeados: planeamento, aquisição, tratamento/processamento e interpretação. Toda a informação adicional disponível e julgada relevante, eventualmente envolvendo cruzamento de métodos, deve ser incorporada na análise, processamento e interpretação da informação recolhida, no sentido da optimização da representação/modelo final do sistema em estudo.

Uma vez escolhido o método geofísico, o planeamento da fase de aquisição é fundamental na posterior resolução conseguida com os dados obtidos, em função da sua densidade espacial e temporal.

A verificação de uma anomalia, no sentido da sua detecção, não depende somente da existência da causa que a provoca e da adequabilidade do equipamento/método de aquisição utilizados. Em larga medida, depende também da resolução obtida em função da frequência de amostragem utilizada. O teorema da amostragem de Nyquist-Shannon, relaciona as frequências temporais e ou espaciais máximas, detectáveis no espectro do sinal/anomalia, com um determinado passo de amostragem na aquisição temporal e/ou espacial (Bracewell 1978; Papoulis 1962).

O problema da sub-amostragem no caso da prospecção geofísica é crítico. Por exemplo, no caso da prospecção magnética e gravimétrica, a largura (espalhamento) das anomalias depende da profundidade dos alvos. Se o passo de amostragem for insuficiente, ao longo das linhas de aquisição e entre elas, pode-se perder informação de corpos mais próximos da superfície. Do mesmo modo, na prospecção eléctrica, as características geométricas do dispositivo e as distâncias entre os eléctrodos, ou entre leituras, vão reflectir-se na possibilidade de se detectarem ou não estruturas inferiores a uma dimensão determinada.

No caso do radar de solos, a dupla perspectiva espaço/temporal é particularmente relevante, visto as antenas se deslocarem espacialmente ao longo de perfis, enquanto vão adquirindo dados em profundidade, a uma dada frequência temporal de amostragem.

Uma amostragem espaço/temporal insuficiente, nomeadamente na composição de blocos 3D a partir de radargramas 2D, pode tornar invisível/indetectável uma

anomalia convenientemente detectável em condições de amostragem adequadas. Assim, resolução horizontal de estruturas, no sentido da capacidade para distinguir variações laterais em reflectores, depende nomeadamente da velocidade de deslocamento da antena, da frequência de emissão dos impulsos, da frequência da radiação EM à profundidade em causa e da geometria do cone de emissão, ao qual se encontra associada a noção de zona – de visibilidade – de Fresnel. A área desta zona depende, em particular, da frequência central da antena, da profundidade/tempo de percurso de uma reflexão e da constante dieléctrica do meio atravessado/velocidade de propagação. A título ilustrativo, considerando uma antena de frequência central 270 MHz, uma velocidade média de propagação de 0,1 m/ns e um tempo respectivo de 10 ns para uma profundidade de 1m, em termos da zona de Fresnel, seria conseguida uma boa resolução de reflectores de dimensão, em planta, superior a aproximadamente 0,60 m. Estimativas semelhantes podem ser feitas para a resolução vertical, em função da frequência e duração do impulso emitido, isto é da sua largura de banda.

Genericamente, podem ser considerados dois tipos de problemas no tratamento de dados geofísicos, geralmente designados por problema directo e problema inverso. Ao primeiro corresponde um processo dedutivo, determinístico, utilizado para a obtenção das respostas de sistemas dependentes de parâmetros impostos, considerando a aplicação de métodos geofísicos em condições igualmente pré-determinadas. Por outro lado, ao método inverso corresponde um processo indutivo, de inferência e, portanto, indeterminado/com incerteza associada a múltiplas possíveis soluções, no qual se parte dos dados para inferir os parâmetros do modelo. A interpretação geofísica recorre frequentemente a uma interacção entre os dois tipos de abordagem, na tentativa da melhor adequação/representatividade dos modelos finais à realidade dos sistemas estudados. Sendo o problema inverso o crucial na interpretação geofísica, é relevante o processo de abdução, no sentido de uma criteriosa eliminação de hipóteses possíveis, a par de uma maior probabilidade de aproximação aos modelos mais adequados à realidade.

Considerando o conjunto geo-referenciado dos dados geofísicos adquiridos como uma amostragem de um geo-sistema, composto por uma componente aleatória e por uma componente estruturada – espacial e/ou temporalmente –, no âmbito do formalismo da teoria das variáveis regionalizadas é possível recorrer a procedimentos geo-estatísticos de estimação/krigagem e/ou simulação, na modelação do geo-sistema em estudo.

Uma das principais vantagens desta metodologia é a possibilidade de incorporar, no modelo obtido, as características de variabilidade espacial e/ou temporal do geo-sistema, captadas quantitativamente através, nomeadamente, da função covariograma espacial ou da função semi-variograma. Uma vantagem adicional desta

abordagem, é a possibilidade de obter mapas da variância do erro de estimação, passíveis de serem interpretados como uma medida da incerteza local associada ao processo indutivo da estimação. Sendo os procedimentos de estimação/interpolação filtros de altas frequências e, nesse sentido, "amaciadores" da realidade, é possível recorrer a metodologias de simulação geo-estatística, no sentido de preservar, nos modelos obtidos, as características de variabilidade espacial dos geo-sistemas, presentes nos dados amostrais e quantificada pelos respectivos histograma e modelo variográfico (Goovaerts 1997).

Para a representação gráfica e geração de peças desenhadas do modelo final, os sistemas de informação geográfica, SIG, podem ser de grande utilidade (Dodson & Haines-Young 1993). O modelo final é o culminar de um processo desenvolvido numa plataforma informática, que se inicia com o armazenamento, sob a forma de tabelas, de toda a informação disponível julgada relevante e passível de representação gráfica, sob a forma vectorial ou raster, numa base geo-referenciada. Assim, a informação geofísica pode ser complementada, de forma integrada, com outros tipos de informação, nomeadamente, cartográfica relativa a mapas temáticos, topográfica/altimétrica, arqueológica, geológica, entre outras. A apreciação conjunta de toda esta informação de forma integrada, para além das referidas óbvias vantagens em termos da sua representação gráfica, pode ser determinante no próprio processo interpretativo/explicativo conducente ao modelo final, ao permitir intuir sentidos, (co-) relações e subsequentes explicações, às quais não conduziria uma apreciação parcial/fraccionada da informação.

REFERÊNCIAS

ASPINALL, A.; GAFFNEY, C. F. & SCHMIDT, A. (2008). *Magnetometry for Archaeologists Geophysical Methods for Archaeology*. Lanham: AltaMira Press.

BRACEWELL, R. N. (1978). *The Fourier Transform and its Applications*. New York: McGraw-Hill.

CAVALHEIRO, A. T. & CARVALHO, J. (2004). Geostatistical and Fourier analysis approaches in mapping an archeological site. In *Seventh International Geostatistics Congress*. Banff-Canada.

CLARK, A. J. (1996). *Seeing Beneath the Soil: Prospecting Methods in Archaeology (New Edition)*. Revised Edition. London: B. T. Batsford Ltd. 192 p. 128 figures.

CONYERS, L. B. & GOODMAN, D. (1997). *Ground-Penetrating Radar: An introduction for Archaeologists*. California: Altamira Press. 232 p.

DODSON, A. H. & HAINES-YOUNG, R. H. (1993). Datum transformations and data integration in a GIS environment. In MATHER, P. M. (ed.). *Geographical Information Handling – Research and Applications*. New York: John Wiley and Sons, Inc. p. 79-90.

GOOVAERTS, P. (1997). *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford: Oxford University Press. 496 p.

MARTINS, C. M. B.; CARVALHO, J.; ALMEIDA, F. & CAVALHEIRO, A. (2010). Aplicação de Geo-radar no reconhecimento de uma estrutura no complexo mineiro de Três Minas, Vila Pouca de Aguiar,

Vila Real. In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I. F. P. & CARVALHO, J. (coord.). *Povoamento e exploração dos recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 521-533.

PAPOULIS, A. (1962). *The Fourier Integral and its Applications*. New York: McGraw-Hill, Publ. Comp.

REYNOLDS, J. M. (1997). *An Introduction to Applied Geophysics*. New York: John Wiley and Sons Ltd.

SCHMIDT, A. (2009). Electrical and Magnetic Methods in Archaeological Prospection. In CAMPANA, S. & PIRO, S. (eds.). *Seeing the Unseen. Geophysics and Landscape Archaeology*. London: Taylor & Francis Group. p. 67-81.

TAVARES, J. T.; CAVALHEIRO, A.; ALMEIDA, F. E. R. de; CARVALHO, J. & GARCIA, P. (2010). Prospecção geofísica na avaliação do potencial arqueológico da Fábrica de vidros do Côvo (Oliveira de Azeméis). In MARTINS, C. M. B.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I. F. P. & CARVALHO, J. (coord.). *Povoamento e exploração dos recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. Braga: CITCEM/APEQ. p. 535-550.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P. & SHERIFF, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press. 828 p.

Resumo: Este trabalho pretende ser uma apresentação genérica e resumida de métodos e técnicas não intrusivas entre as mais utilizadas e úteis na prospecção arqueológica, nomeadamente numa perspectiva da sua explicação/aplicabilidade em termos das propriedades físicas relevantes do meio. Aborda, também, questões relacionadas com a logística de uma campanha de prospecção no que se refere às fases de planeamento, aquisição, processamento e interpretação, conducentes a um modelo final.

Palavras-Chave: Geofísica, Arqueologia, SIG, Geoestatística.

Abstract: This work aims to be a general and summary presentation of non-intrusive methods and techniques among the most used and useful in archaeological exploration, in particular in view of their explanation / applicability in terms of relevant physical properties of the environment. Also addresses issues connected with the logistics of a geophysical prospecting exploration campaign regarding to planning, acquisition, processing and interpretation, leading to a final model.

Key-words: Geophysics, Archaeology, GIS, Geostatistics.

APLICAÇÃO DO GEO-RADAR NO RECONHECIMENTO DE UMA ESTRUTURA NO COMPLEXO MINEIRO DE TRÊS MINAS, VILA POUCA DE AGUIAR, VILA REAL

CARLA MARIA BRAZ MARTINS[1]
JORGE CARVALHO[2]
FERNANDO ALMEIDA[3]
ABÍLIO CAVALHEIRO[4]

1. INTRODUÇÃO

O complexo mineiro de Três Minas localiza-se na freguesia de Três Minas, concelho de Vila Pouca de Aguiar, distrito de Vila Real, no Norte de Portugal, Fig. 1.

Este sítio arqueológico é conhecido pelos extraordinários desmontes, resultantes de uma exploração mineira em época romana, a céu aberto (trincheiras de grandes dimensões) e subterrânea (galerias e poços), de onde se extraiu o ouro.

Geologicamente, toda a área é constituída por terrenos metassedimentares xistosos da idade Silúrica, e encontra-se profusamente fracturada segundo direcções N 50-60º W, N 10-20º E, N 60-70º W. A mineralização aparece essencialmente nas lentículas quartzíticas e xistos sericítico-cloríticos e respectivos encostos (Oliveira e Farinha 1987, p. 4). O ouro ocorre no seu estado nativo sob a forma de *electrum* (15% de prata) ao longo dos cristais de quartzo e no seio dos silicatos, numa associação mineralógica de As-Fe-Pb-Zn-Cu-Au-Ag (Sb-Cd) com um teor médio de 0,4 a 14,3 g/t (Pereira & Meireles 1998, p. 20).

[1] Investigadora do CITCEM – Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória. Bolseira de Pós-Doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Colaboradora externa da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. carlabrazmartins@clix.pt

[2] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/DEM, CIGAR. jorcarv@fe.up.pt

[3] Universidade de Aveiro, GEOBIOTEC. fernandoalmeida@ua.pt

[4] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/DEM, CIGAR.

Figura 1. Localização do complexo mineiro de Três Minas e da estrutura em causa.

J. R. Carvalho e P. A. Farinha (1989, p. 278) estimaram que o volume de minério removido teria sido da ordem de 10 milhões de toneladas, enquanto segundo Wahl (1999, p. 68) seria um pouco mais, 15 a 20 milhões de toneladas. Estes trabalhos estiveram necessariamente articulados com outro conjunto de estruturas, nomeadamente com um depósito de água, rede de aquedutos, instalações de lavagem e barragens (Wahl 1993).

Os materiais exumados nesta área de mineração, como sejam madeiras de entivação, *ascia*, lucernas, mós, fíbulas, anéis, estelas funerárias e aras votivas, apresentam uma amplitude cronológica que vai do século I ao V d.C.

O interesse pela mineração romana em Portugal ainda se encontra numa fase inicial, sendo o complexo de Três Minas o que melhor se encontra estudado, fruto dos trabalhos sistemáticos de investigação de J. Wahl (1988, 1993) e mais recentemente de C. Batata (2009). É sem dúvida ao primeiro autor que se deve a identificação de todas as estruturas significativas, de onde destacamos o povoado, a necrópole, rede de aquedutos e a estrutura alvo deste trabalho, situada perto da frente de exploração denominada de Corta das Covas, interpretada como um anfiteatro. De facto, a aparente configuração elipsoidal/ovalada dos vestígios desta estrutura, aliada a outros factores também já referidos por C. M. B. Martins (2010) para isso parecem apontar. No entanto, os trabalhos de sondagens arqueológicas em curso (Batata 2009) poderão ser um factor determinante para o esclarecimento das dúvidas ainda existentes. Nesse sentido, e com base nestas sondagens, procedeu-se a um reconhecimento geofísico exploratório utilizando um GPR com uma antena de 270 MHz, num total de dezoito perfis com diferentes orientações.

Os objectivos deste trabalho foram a identificação da planta da estrutura em causa, e de certo modo também avaliar a adequabilidade desta moderna tecnologia aplicada a este caso particular da arqueologia.

2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A estrutura em causa foi identificada por J. Wahl (1988) como pertencendo à *cavea* de um pequeno anfiteatro, descartando desde logo a hipótese de um amuralhamento de defesa de um pequeno forte ou acampamento.

De facto, perante a observação no terreno e dos ortofotomapas do local é perfeitamente visível um talude de forma elíptica com uma mais fraca definição na zona Sudeste-Este (Fig. 1).

Assim, diversas suposições se poderiam levantar, designadamente a de um pequeno forte, acampamento militar, reservatório/cisterna ou anfiteatro.

As sondagens realizadas por C. Batata (2009) no interior do recinto (estéreis e com a rocha base a cerca de 20 cm de profundidade), e as efectuadas sobre o talude,

não são esclarecedoras relativamente à matéria em questão. Convém referir que no talude foram detectados dois muros paralelos preenchidos com terra. Perante a aparente inexistência de estruturas no interior do recinto, assim como ausência de materiais, este autor levanta ainda a conjectura de se poder estar perante um «hipódromo».

Nesta fase, articulando todos os dados obtidos, poder-se-ão tirar as seguintes ilações:

- os resultados das sondagens no interior do recinto patenteiam uma rocha base nivelada com um aproveitamento dos desnivelamentos naturais na zona do talude circundante, típico da construção de anfiteatros;
- a inexistência até ao momento de estruturas ao longo do eixo longitudinal, ou seja da *spina*, assim como as pequenas dimensões deste recinto, não permitem sustentar a tese de um «hipódromo»;
- a fraca potência estratigráfica do interior do local, uma média de 20 cm de profundidade, revelou total ausência de acumulação de sedimentos que eventualmente pudessem sugerir a presença de um reservatório / cisterna;
- a presumível falta de estruturas e/ou materiais também não permite sustentar a possibilidade de acampamento militar ou outro tipo de reduto habitacional.

Deste modo, a possibilidade de se estar perante uma estrutura de anfiteatro parece a mais plausível.

Aliás, no Império Romano, em áreas de mineração com elevado interesse económico para o Estado, com a presença de destacamentos militares, é normal a existência de anfiteatros com uma estrutura mais simples, em materiais perecíveis, nomeadamente madeira, ou com alicerces em pedra e bancadas em madeira. Esta constatação justificaria a exumação de 1 kg de cavilhas em ferro num dos taludes, que assim seriam atribuíveis à construção das bancadas, e não a um ritual de fundação de muro ou estrutura como interpretado por C. Batata (2009).

Existem paralelos de anfiteatros em zonas mineiras, como é o caso do intervencionado em Charterhouse-on-Mendip, Somerset, Inglaterra, em plena área de mineração do chumbo, e com associação a acampamentos militares (Collinwood & Richmond 1969, p. 119; Mattingly & Schrüfer-Kolb 2003; Walh 1988).

Os espectáculos de gladiadores, comummente designados de *munera* e *spectacula* (Gros 1996, p. 317), eram inicialmente uma actividade lúdica de carácter temporal e como tal, sem nenhum espaço previamente atribuído (Gros 1996, p. 319), sendo muitas vezes concretizados no *forum*. Assim se explica a quase inexistência de referências nas fontes clássicas destas actividades, como por exemplo em Vitrúvio, aquando das descrições dos espaços urbanos, aliada ao facto de não haver uma fundação religiosa capaz de lhe dar legitimidade (Gros 1996, p. 319).

A partir do fim da República, meados do séc. I a.C., os anfiteatros apresentam uma característica construtiva que se traduz no aproveitamento do relevo natural do terreno, ou seja, a *cavea* seria totalmente ou parcialmente escavada na rocha (Gros 1996, p. 320), o que parece consubstanciar-se no recinto de Três Minas.

A forma elíptica, principalmente da arena, exprime por um lado o espírito deste tipo de jogos de não permitir o refúgio dos combatentes em ângulos mortos (Gros 1996, p. 321), e por outro o de melhorar o campo de visão em todo o cenário (Golvin 1990, p. 15). A delimitação exterior, também com a mesma configuração, poderia ser constituída por um muro anelar e uma série de muros radiais (Ramallo Arsensio 2002, p. 110); no entanto, seria possível a exibição de pequenos segmentos de recta, muito convenientes ao assentamento das bancadas de madeira, aliás, defendido por R. Centeno (2004) em relação ao recinto existente na acrópole do castro de Monte Mozinho (Penafiel). Em relação à forma, convém referir que em recintos de pequenas dimensões, os eixos da elipse têm dimensões muito próximas o que se manifesta praticamente numa forma circular (Ramallo Arsensio 2002, p. 109).

Numa arena elíptica, normalmente, a razão entre o eixo maior e o menor nunca é inferior a 1,66. No caso da estrutura em causa, os eixos maior e menor teriam aproximadamente (tendo em consideração o limite exterior, e salvaguardando o espaço entre a arena e *cavea*) 70 m e 38 m, com uma relação de 1,84.

Com a militarização do Império Romano, concomitante com a sua expansão e subsequente pacificação, a concepção da estrutura de anfiteatro ultrapassa largamente o aspecto arquitectónico, para se adoptarem certos valores simbólicos e de propaganda oficial (Gros 2002, p. 37). De facto, todos os espectáculos encontram-se devidamente legislados; os assentos reflectem a hierarquia social romana (20-17 a.C. *Lex Julia Theatralis*); salienta-se a título de curiosidade, mas que espelha perfeitamente a mentalidade de então, que às mulheres não era permitido assistir a este tipo de espectáculos, a menos que estivessem nos locais mais altos e afastados da arena (Edmondson 2002, p. 45 e 49).

Se se transpuser esta percepção ideológica para os anfiteatros em áreas de exploração mineira, o entendimento será o do prolongamento da "mão romana" a locais provinciais onde o trabalho é árduo e duro, e onde a possibilidade de fuga ou insurreição são perigos iminentes; tendo em conta que estes espectáculos se iniciavam com uma homenagem colectiva ao Imperador (Gros 2002, p. 47), e os destacamentos militares estavam sempre patentes evitando ensejos rebeldes, é uma forma de contentar e entreter quem nesses sítios trabalhava, e simultaneamente fazer-lhes sentir quem controla e detém o poder – *panem et circenses* (Gros 2002, p. 27).

Os recintos de espectáculos em área de mineração não deverão ser entendidos a preceito geral como lutas de gladiadores e feras, mas sim como jogos de luta

corpo a corpo, tão a gosto dos povos pré-romanos e seguindo a sua tradição, e como recintos onde os próprios militares se exercitariam e treinariam.

3. RECONHECIMENTO GEOFÍSICO POR GEO-RADAR

O geo-radar, GPR, é um método geofísico electromagnético (EM) de aquisição e registo de informação do subsolo próximo da superfície. É um método activo de emissão e recepção de impulsos EM a partir de antenas de superfície ou em furos de sondagem, com aplicação em diversos domínios, nomeadamente, engenharia/geotecnia, geoambiente, forense, arqueologia, etc. No domínio da engenharia, entre outras aplicações específicas, é especialmente adequado para a detecção de vazios preenchidos por ar, mapeamento da estratificação/"desestratificação" do solo e de uma forma geral de interfaces entre materiais com propriedades EM (condutividade eléctrica, permitividade dieléctrica e permeabilidade magnética) contrastantes. Estas propriedades condicionam em larga medida a atenuação e velocidade de propagação dos impulsos EM. A frequência central da antena emissora e o teor em água dos solos são factores determinantes na profundidade atingida e na resolução conseguida.

A medição do tempo total de percurso dos impulsos EM, transmissões e reflexões/difracções, e o conhecimento/suposição das respectivas velocidades de propagação, permite estimar a profundidade das estruturas/interfaces detectadas.

Os trens de ondas EM são enviados pela antena emissora e recebidos na antena receptora, depois de parcialmente reflectidos no interior do solo. Este procedimento realiza-se ao longo dos perfis/linhas de aquisição de dados, sendo estes recebidos pela antena receptora, posteriormente digitalizados e registados sob a forma de sequências 2D de traços individuais, designados radargramas.

A prospecção geofísica em Três Minas teve como objectivo geral o reconhecimento de uma estrutura soterrada, parcialmente identificável através de uma elevação curvilínea do terreno, de origem antrópica, com algumas prévias e pontuais intervenções arqueológicas. O reconhecimento geofísico cobriu uma área de cerca de 1 ha, arborizada e coberta por vegetação rasteira. A morfologia do terreno é pouco acidentada na área central da zona de prospecção. Sendo a área central plana, a poente, norte e sul desenvolve-se a referida elevação curvilínea do terreno com desníveis da ordem de 1 m a 2 m. A nascente, na superfície do terreno, não são identificáveis vestígios da referida estrutura. Neste contexto, foi realizado um reconhecimento geofísico exploratório por geo-radar, tendo-se definido dois objectivos específicos: resolver as prováveis estruturas curvilíneas soterradas na zona da elevação erodida diferencialmente, e averiguar a sua eventual continuidade para a zona nascente plana.

Figura 2. Perfis considerados para a prospecção geofísica na parte interior e sobre a estrutura.

A preparação do terreno e a subsequente aquisição de dados foram realizadas durante um dia por duas equipas, tendo sido efectuados, neste reconhecimento preliminar, dois conjuntos de cinco perfis cruzando-se ortogonalmente, como mostra a Fig. 2. Alguns outros perfis foram realizados na envolvente exterior da estrutura, cujos resultados não são aqui comentados.

Neste trabalho foi utilizado o seguinte equipamento geofísico da FEUP-DEM/CIGAR:

– antena blindada com frequência central de 270 MHz;
– sistema SIR-3000, da GSSI;
– carrinho de transporte do equipamento com leitura automática de distâncias;
– software RADAN da GSSI ©, e ReflexW©, para visualização e processamento de sinais GPR.

Na Fig. 3 mostra-se o equipamento utilizado e o tipo de vegetação/obstáculos no local.

Figura 3.
Carrinho com sistema SIR-3000 e antena de 270 MHz.

Os parâmetros de aquisição de dados foram os seguintes: frequência de emissão de impulsos de 100 KHz, 512 pontos por traço e uma frequência de gravação de 120 traços por segundo.

O processamento dos radargramas obtidos nos diferentes perfis consistiu nos seguintes passos: determinação do tempo zero, filtragem passa-baixo para remoção do valor médio (*background removal*), filtragem passa-banda, aplicação de função de ganho variável no tempo e aplicação da transformada de Hilbert. Na Fig. 4 apresenta-se um dos radargramas obtidos sem processamento e dois exemplos do mesmo radargrama processado, respectivamente antes e após aplicação da transformada de Hilbert para melhor realçar as anomalias hiperbólicas.

Na zona central plana a maioria das hipérboles interpretadas situam-se a profundidades baixas (cerca de 20 a 30 cm), provavelmente relacionadas com um substrato rochoso localmente irregular, quase aflorante, que terá sido aplanado como foi dado observar previamente no local numa sondagem arqueológica existente.

a) Exemplo de radargrama sem processamento.

b) Exemplo de radargrama com processamento.

c) Aplicação da transformada de Hilbert no radargrama processado (b).

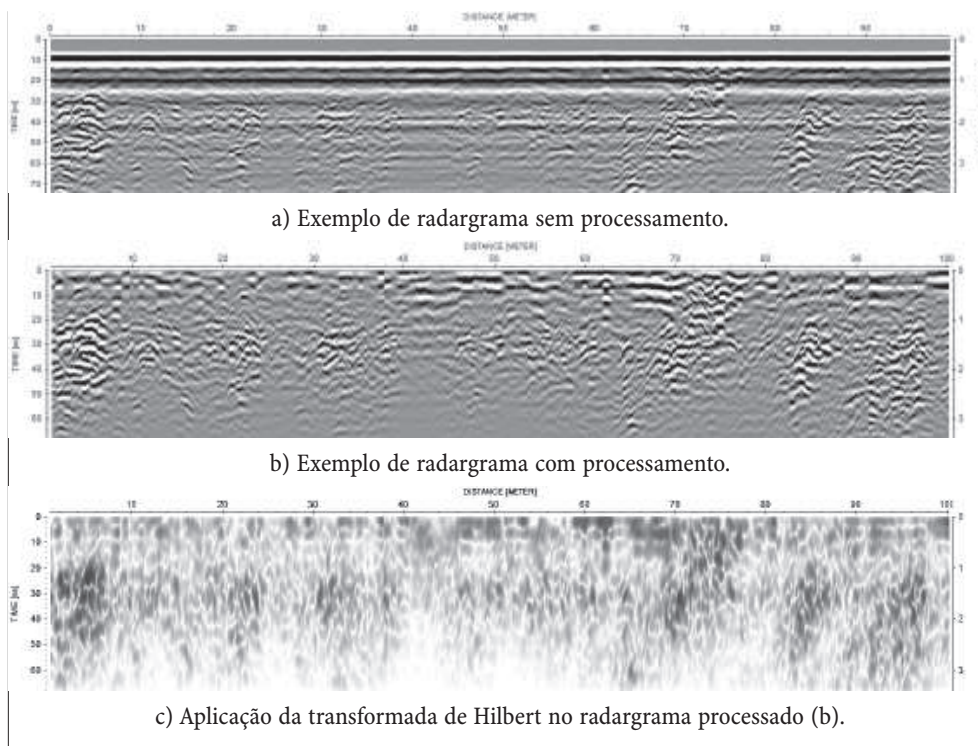



Figura 4. Alguns dos radargramas obtidos.

As anomalias consideradas mais significativas, interpretadas a maiores profundidades e relacionadas com a elevação curvilínea, foram projectadas em planta, representadas por círculos na Fig. 5 a) e b), tendo sido considerados dois modelos arquitecturais de ajuste espacial às mesmas.

As fortes anomalias referentes às estruturas soterradas ocorrem geralmente em pares, certamente correspondentes a dois muros paralelos, tendo sido assim atingido um dos objectivos específicos formulados, relacionado com a descriminação e localização espacial destas estruturas.

O segundo objectivo específico, ligado à averiguação da continuidade espacial da estrutura subjacente à elevação, não foi plenamente atingido no sentido em que as secções dos cinco perfis efectuados para a sua identificação, relativas à zona plana a nascente, não revelaram anomalias suficientemente evidentes da sua presença. Contudo, os modelos de ajuste das hipóteses arqueologicamente mais prováveis para o recinto romano (Fig. 5), leva a considerar como mais provável para o local o modelo de arena elíptica (Fig. 5 b) dada a inferência da geometria, dimensões e orientação dos eixos ser semelhante a outras da mesma época.

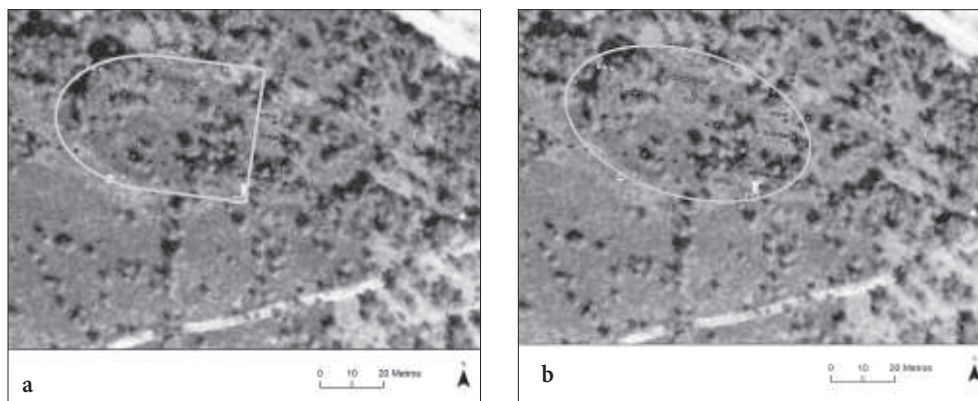



Figura 5. Duas possíveis interpretações da planta do recinto.

Dado que o segundo objectivo específico não foi obtido de modo directo e conclusivo será importante planear uma nova campanha com maior densidade de perfis, focada na zona plana situada a nascente, para desta forma conseguir obter blocos 3D com uma resolução de imagem suficiente para a determinação da continuidade espacial de eventuais estruturas, o que não foi possível com o afastamento entre perfis utilizado neste reconhecimento preliminar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretende ser mais um contributo para a interpretação da estrutura localizada em frente da Corta das Covas, Três Minas.

Torna-se evidente que a utilização dos meios de prospecção geofísica na identificação de estruturas enterradas necessita de uma validação de dados por parte de um arqueólogo, e se possível coadjuvado por dados no terreno (exemplo sondagens arqueológicas). Os resultados apresentados do reconhecimento geofísico exploratório por GPR mostram ser necessário um estudo mais sistemático do local de forma a serem obtidos dados mais conclusivos. No entanto, futuras intervenções arqueológicas poderão ter em conta este estudo como forma de planeamento de vindouras sondagens arqueológicas.

No seguimento do que já foi descrito, intentou-se realizar uma hipotética reconstituição da estrutura com base na planta de um anfiteatro (Fig. 6). Se admitirmos a existência de bancadas com quatro fiadas em madeira em torno de toda a estrutura, e que o espaço para cada indivíduo se sentar seria mais ou menos de 0,40 m de largura, então este anfiteatro teria uma capacidade para cerca de 1500

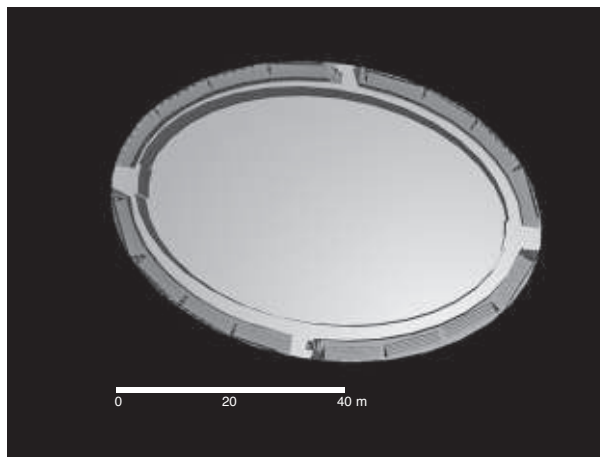



Figura 6.
Possível interpretação do recinto elíptico (reconstituição realizada por Sofia Catalão).

pessoas, ou seja, um valor adequado para o número de trabalhadores e habitantes deste amplo espaço mineiro.

Refere-se igualmente a tipologia de anfiteatros de tipo "galo-romano" muito comuns nas províncias e locais com presença de destacamentos militares, que são uma espécie de edifícios mistos, ou seja, com uma arena possuidora de eixo maior e menor, mas com uma *cavea* incompleta (Gros 1996, p. 343), o que eventualmente também poderia justificar a planta exibida na Fig. 5 a); esta tipologia foi largamente difundida nos séculos I e II d.C.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. (1965). A mineração em Portugal na antiguidade. *Boletim de Minas.* 2(3). 139-175.

ALMEIDA, C. A. F. (1974). *Escavações no Monte Mozinho (1974).* Penafiel: Centro Cultural Penafidelis.

ALMEIDA, C. A. F. (1977). *Escavações no Monte Mozinho II 1975–1976.* Penafiel: Centro Cultural Penafidelis.

BATATA, C. (2009). Resultados das escavações arqueológicas de 2007 e 2008 realizadas no complexo mineiro romano de Três Minas e Jales. *Revista Aquae Flaviae*. Actas do Congresso Transfronteiriço de Arqueologia: um património sem fronteiras (Montalegre). 41. 417-431.

CARVALHO, J. R. & FARINHA, P. A. (1989). Hidrometalurgia do ouro. *Boletim de Minas*. 26(3). 277-281.

CENTENO, R. (2004). Jogos de anfiteatro em Monte Mozinho. In *Colóquio Castro, um lugar para habitar*. Penafiel: Museu Municipal de Penafiel (comunicação apresentada).

COLLINGWOOD, R. G. & RICHMOND, I. A. (1969). *The Archaeology of Roman Britain* (revised edition: London: Methuen.

DAVIES, O. (1935). *Roman Mines in Europe*. Oxford: Clarendon Press.

EDMONDSON, J. (2002). Public spectacles and roman social relations. In CASTELLANO HERNÁNDEZ, A. (coord.). *Ludi Romani*. Mérida: Museu Nacional de Arte Romano. p. 41-63.

FRADE, H.; CAETANO, J. C.; PORTAS, C. & MADEIRA, J. L. (1995). Notas para o estudo do urbanismo da cidade romana de Bobadela. *Trabalhos de Arqueologia e Etnologia*. 35(4). 221-241.

GOLVIN, J.-C. (1990). Origine, fonction et forme de l'amphithéâtre romain. In *Spectacula I. Gladiateurs et amphithéâtres*. Lattes : Éditions IMAGO. p. 15-27.

GROS, P. (1996). *L'architecture romaine. 1. Les monuments publics*. Paris: Picard Éditeur. p. 317-345.

GROS, P. (2002). La fonction politique des monuments du spectacle dans le monde romain sous le Haut-Empire. In CASTELLANO HERNÁNDEZ, A. (coord.). *Ludi Romani*. Mérida: Museu Nacional de Arte Romano. p. 25-40.

LE BONNIEC, H. & DE SANTERRE, H. G., (trans). (1983). *Pline l'Ancien. Histoire Naturelle Livre XXXIV.* Paris: Les Belles Lettres.

LE GLAY, M. (1990). Les amphithéâtres: loci religiosi. In DOMERGUE, C.; LANDES, C. & PAILLES, J.-M. *Spectacula-I, Gladiateurs et amphithéâtres*. Lattes: Éditions Imago. p. 217-229.

LE ROUX, P. (1990). L'amphithéâtre et le soldat sous l'Empire romain. In DOMERGUE, C.; LANDES, C. & PAILLES, J.-M. *Spectacula-I, Gladiateurs et amphithéâtres*. Lattes: Éditions Imago. p. 203–215.

MACIEL, M. J. (2006). *Vitrúvio: Tratado de Arquitectura.* Lisboa: IST Press.

MARTINS, C. M. B. (2008). *A exploração mineira romana e a metalurgia do ouro em Portugal.* Cadernos de Arqueologia. Monografias 14. Braga: Universidade do Minho.

MARTINS, C. M. B. (2010). The mining complex of Braçal and Malhada, Portugal: Lead mining in roman times and linking historical social trends – amphitheatre games. *European Journal of Archaeology*. London: Sage Publications. 13(2). 195-216. *http://online.sagepub.com*

MATTINGLY, D. & SCHRÜFER-KOLB, I. (2003). Les mines d'argent et de plomb en Grande-Bretagne romaine: les Mendips, Halkyn Mountain, Peak District/Pennines. In OREJAS, A. (ed.). *Atlas historique des zones minières d'Europe II*. Luxembourg: Office des Publications officielles des Communautés Européennes. Dossier X p. 1-12.

OLIVEIRA, J. M. S. & FARINHA, J. A. (1987). Estudos de geoquímica aplicada na região aurífera vizinha de Três Minas (Vila Pouca de Aguiar, Norte de Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos*. 29. 3-25.

PEREIRA, E. & MEIRELES, C. (1998). Metais preciosos em Portugal / Situação da investigação geológica e mineira. *Estudos, Notas e Trabalhos*. 40. 3-34.

RAMALLO ASENSIO, S. (2002). La arquitectura del espectáculo en Hispania: teatros, anfiteatros y circos. In CASTELLANO HERNÁNDEZ, A. (coord.). *Ludi Romani*. Mérida: Museu Nacional de Arte Romano. p. 91-117.

RODRÍGUEZ COLMENERO, A. (1997). *Aquae Flaviae 1. Fontes epigráficas da Gallaecia Meridional Interior.* Chaves: Câmara Municipal de Chaves.

SOEIRO, T. (1998). Monte Mozinho: a escavação do sector D. *Cadernos do Museu de Penafiel*. 2. 79-114.

WAHL, J. (1988). Três Minas. *Madrider Mitteilungen*. 29. 221-244.

WAHL, J. (1993). *Minas romanas de Três Minas, Vila Pouca de Aguiar*. Vila Pouca de Aguiar: Câmara Municipal de Vila Pouca de Aguiar.

WAHL, J. (1998). Aspectos tecnológicos da indústria mineira e metalúrgica romana de Três Minas e Campo de Jales (concelho de Vila Pouca de Aguiar). In *Actas do Seminário Museologia e Arqueologia Mineiras*. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro. p. 57-68.

APLICAÇÃO DO GEO-RADAR NO RECONHECIMENTO DE UMA ESTRUTURA NO COMPLEXO MINEIRO DE TRÊS MINAS, VILA POUCA DE AGUIAR, VILA REAL

Resumo: O complexo mineiro de Três Minas, localizado na freguesia de Três Minas, concelho de Vila Pouca de Aguiar, distrito de Vila Real, é conhecido pelos inúmeros vestígios relacionados com a exploração mineira em época romana. Este trabalho incide sobre uma estrutura identificada por J. Wahl e por ele interpretada como um possível anfiteatro. Neste contexto, recorreu-se a uma prospecção geofísica exploratória por geo-radar (GPR) de forma a ser avaliada a adequação do método e equipamentos utilizados e, tanto quanto possível, identificar o andamento da estrutura enterrada. Os resultados obtidos permitiram atingir o objectivo pretendido, assim como identificar a eventual presença de outras estruturas nas suas imediações.

Palavras-chave: Três Minas, Prospecção geofísica, Geo-radar, Mineração, Época romana.

Abstract: The mining complex of Três Minas, located in the parish of Três Minas, municipality of Vila Pouca de Aguiar, Vila Real district, is known for the many traces related to the mining exploration in Roman times. This work focuses on a structure identified by J. Wahl and interpreted as an amphitheater. In this context, we used a geophysical exploration by geo-radar (GPR) in order to evaluate the suitability of the method and equipment used and as far as possible, to identify the progress of the buried structure. The results allowed achieving the desired goal, and identifying the possible presence of other nearby structures.

Keywords: Três Minas, Geophysical exploration, Geo-radar, Mining exploration, Roman times.

PROSPECÇÃO GEOFÍSICA NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ARQUEOLÓGICO DA FÁBRICA DE VIDROS DO CÔVO (OLIVEIRA DE AZEMÉIS)

JOÃO TIAGO TAVARES[1]
ABÍLIO CAVALHEIRO[2]
FERNANDO ALMEIDA[3]
JORGE CARVALHO[4]
PEDRO GARCIA[5]

1. RAZÕES PARA O ESTUDO

Este trabalho teve na sua génese a acessibilidade a técnicas de prospecção geofísica resultantes da colaboração entre o Município e as Universidades de Aveiro e Porto, associada à importância do sítio para a história local.

A Fábrica de Vidro do Côvo desempenhou um papel importante na produção do vidro, em Portugal, durante a época moderna, tendo sido a que mais tempo se manteve em funcionamento, com a particularidade de não sair da posse da família do fundador até ao seu encerramento. Apesar disso, poucos anos após o fim da sua laboração as estruturas fabris estavam, segundo relatos da época (Costa 1955), completamente desmanteladas, não restando, à superfície, vestígios dessa actividade.

A indústria vidreira teve, em Oliveira de Azeméis, um forte impulso no início do século XX com a criação de um conjunto de fábricas, que recrutaram parte significativa da sua mão-de-obra entre os operários da Fábrica do Côvo (Guerra

[1] Tec. Sup., MOA. joao.tavares@cm-oaz.pt
[2] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto / DEM, CIGAR. acav@fe.up.pt
[3] Universidade de Aveiro. fernandoalmeida@ua.pt
[4] Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto / DEM, CIGAR. jorcarv@fe.up.pt
[5] Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. pedro.garcia@ua.pt

1997). A recordação desse surto industrial mantém-se, na memória colectiva, apesar das fábricas já terem desaparecido.

A possibilidade de identificar estruturas arqueológicas relacionadas com a fábrica do Côvo, de forma não intrusiva, funcionou como elemento agregador para o desenvolvimento deste projecto.

2. HISTÓRIA DA FÁBRICA E A SUA IMPORTÂNCIA NO CONTEXTO LOCAL E NACIONAL

A Fábrica do Côvo apresenta, como se referiu acima, duas particularidades que a transformam num caso singular: a longa diacronia do seu funcionamento e a manutenção da posse na família do seu fundador. Estes dois aspectos terão contribuído para que no imaginário colectivo se instalasse a ideia de se tratar da mais antiga instalação vidreira em território nacional.

Sabemos, hoje, que os testemunhos arqueológicos e documentais não conseguem sustentar essa pretensão – conhecem-se estruturas de fornos de vidro de época romana e documentos que relatam a existência de fornos na região de Lisboa em época medieval – o que não retira importância à Fábrica do Côvo, pelos dois aspectos acima referidos.

A fundação da fábrica, 1528, consegue datar-se, com alguma precisão, graças a uma Carta de Privilégio, concedida por D. João III, a Pero Moreno que lhe garantia o exclusivo do fabrico e venda de vidro no território compreendido entre a margem Norte do Tejo e a fronteira com a Galiza (Costa 1955). Este documento revela a importância que a fábrica assume, até à criação da Real Fábrica de Vidro de Coina, permitindo-lhe o fabrico, sem concorrência, no território nacional, do vidro verde.

Tendo-se mantido em funcionamento desde 1528 até 1924 (ainda que com algumas interrupções), a fábrica do Côvo testemunhou várias mudanças no fabrico do vidro, tendo os seus proprietários sentido necessidade de diversificar a oferta de produtos e de ampliar as instalações para responderem à concorrência, nomeadamente, a partir da instalação de fábricas na Marinha Grande (Costa 1955).

Reunindo a região da Marinha Grande condições de excepção para o fabrico do vidro, importa compreender os motivos que levaram à instalação do forno de Pero Moreno no lugar do Côvo. As matérias-primas terão desempenhado um papel crucial na selecção deste local. O grande problema dos fornos existentes na região de Lisboa, anteriores à entrada em funcionamento do forno do Côvo, prendia-se com o enorme volume de madeira que consumiam para poderem atingir a temperatura ideal de funcionamento, levando as populações a apresentarem repetidas queixas

ao Rei – alegando que ficavam privadas dessa matéria-prima – que culminaram com o encerramento dos fornos.

Por outro lado, a rentabilidade de uma fábrica de vidro estava, em época medieval e moderna, muito dependente da capacidade de abastecimento das matérias-primas, a curtas distâncias, reduzindo os custos com o transporte (Bontemps 1868).

Neste aspecto, o Côvo apesar de afastado dos centros urbanos, possibilitava o acesso à quase totalidade das matérias-primas e ao combustível necessário ao fabrico do vidro, sem o inconveniente das reclamações da população.

O lugar do Côvo fazia parte dos domínios dos Condes da Feira, que o emprazaram a Pero Gonçalves (filho de Pero Moreno), com a ressalva do corte de madeiras não poder ser feito fora dos limites da propriedade e a obrigação de ser feita a replantação da mata à medida do seu abate. Os limites da propriedade eram suficientemente vastos para garantir o abastecimento de madeira e estavam afastados das povoações envolventes, evitando os potenciais conflitos devido à disputa dessa matéria-prima.

Além disso, nos limites da mata do Côvo, abundam os afloramentos de cristas quartzíticas, de onde era possível extrair quartzo, que depois de esmagado, pode ser utilizado como uma alternativa à areia no fabrico do vidro.

A existência de caulinos e barros, no interior da propriedade facilitava o fabrico do material refractário e cerâmico utilizado na produção do vidro.

Por último, a vegetação existente na mata podia ser, depois de queimada, submetida a um processo de lixiviação através do qual se obtinha um fundente que fazia baixar a temperatura necessária ao funcionamento eficaz do forno.

No entanto, este fundente tinha como base a potassa o que conferia uma menor qualidade à fusão e consequentemente ao vidro produzido, por contraste com o vidro fabricado em fornos onde o fundente utilizado tinha como base a soda (Custódio 2002).

Com o aparecimento, no século XVIII, de novas fábricas capazes de produzir outros tipos de vidro e perdido o privilégio da exclusividade do fabrico e comercialização, os proprietários da Fábrica do Côvo tiveram de mandar construir novos fornos e instalações para poderem diversificar a produção passando, por exemplo, a fabricar vidraça (Costa 1955).

3. FASEAMENTO

Este projecto foi desenvolvido ao longo de cinco grandes etapas, embora não se possam traçar fronteiras estanques entre elas.

Após a obtenção de autorização do actual proprietário para a realização dos trabalhos iniciou-se uma fase de recolha de documentação, bibliografia e carto-

grafia. No arquivo particular da Quinta do Côvo pretendeu-se verificar, se existia documentação capaz de nos permitir obter uma descrição mais detalhada da fábrica. A consulta da bibliografia destinou-se a recolher elementos para conhecer o processo de fabrico do vidro em época medieval/moderna e o tipo de estruturas necessárias, bem como procurar paralelos, no registo arqueológico, de locais – com cronologias semelhantes – onde tivessem sido identificadas estruturas associadas à produção de vidro.

A análise da cartografia possibilitou a integração do espaço da quinta no território envolvente e analisar a morfologia do terreno, assim como os recursos disponíveis dentro dos seus limites. Serviu ainda, para integrar o edificado existente no território e procurar apontar localizações das estruturas da fábrica com base nos testemunhos documentais.

O reconhecimento do terreno foi realizado em paralelo com esta fase de documentação. Não só porque a análise da cartografia conduzia a esse resultado, como pela necessidade de ir ao local verificar as condições que se iriam encontrar na recolha de dados e confrontar os elementos bibliográficos com a realidade existente.

A definição das metodologias e equipamentos a utilizar foi feita com base na análise da informação recolhida nas duas fases anteriores, e levou a que se optasse por concentrar a recolha de dados numa área mais reduzida do que a inicialmente prevista. Essa decisão teve em conta a morfologia do terreno, e os elementos documentais que situavam as estruturas da fábrica próximo da habitação.

Conjugaram-se três métodos distintos: recolha de amostras de sedimentos; prospecção magnética por magnetómetro de protões G-856 em modo gradiómetro; prospecção electromagnética por radar GPR com antena de 270 MHz.

A recolha de amostras de sedimentos teve por objectivo identificar, com base numa malha de pontos de amostragem, os locais onde se encontravam elementos associáveis ao fabrico do vidro, fossem matérias-primas ou restos de produção. Esta opção foi tomada depois de se concluir que à superfície não havia nenhum local onde a concentração de vestígios assumisse um carácter indiciário mais significativo e destinava-se a permitir ajustar a malha da prospecção geofísica a aplicar.

A prospecção magnética por magnetómetro de protões visava detectar variações do campo magnético terrestre e, deste modo, identificar estruturas cuja composição incluísse materiais ferromagnéticos, por exemplo, os fornos da fábrica.

No entanto, este método apresenta algumas condicionantes, uma vez que as próprias estruturas geológicas podem conter materiais ferromagnéticos criadores de anomalias independentes das estruturas arqueológicas.

Para mitigar esta situação procurou fazer-se uma despistagem prévia da existência de materiais causadores de interferências nos locais onde se pretendia aplicar

este método e, durante o processamento dos dados, foram utilizados filtros para a remoção dos valores anormais.

Após o reconhecimento do terreno constatou-se a existência de um conjunto de locais, onde era importante avaliar o potencial arqueológico, nos quais a aplicação da prospecção magnética por magnetómetro de protões se tornava ineficaz devido à presença de materiais ferromagnéticos (Fig. 1).

Concluiu-se, que a utilização de um geo-radar poderia, nesses casos, fornecer a informação pretendida. Num segundo momento, optou-se por aplicar este método também nos locais onde as anomalias identificadas com o magnetómetro de pro-

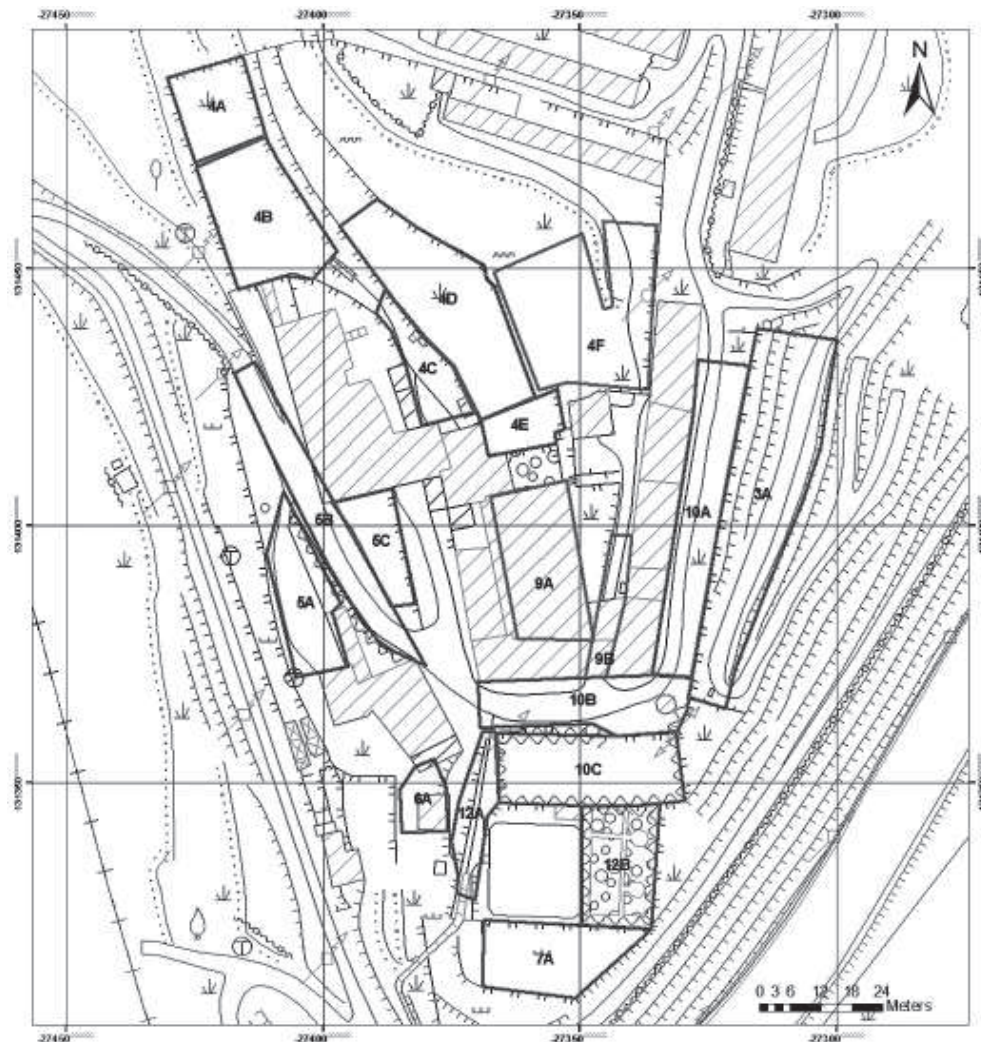



Figura 1. Área intervencionada.

tões, após um primeiro processamento, eram mais consistentes com a viabilidade de estruturas arqueológicas, para garantir um resultado final mais fiável.

O processamento dos dados obtidos pelos diversos métodos foram já objecto de uma apresentação num Workshop organizado pelo Município de Oliveira de Azeméis e de uma tese de Mestrado em Engenharia Geológica na Universidade de Aveiro.

4. GESTÃO DA INFORMAÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho foi acompanhado pela percepção de que haveria uma multiplicidade de informação distinta que era necessário processar.

A análise de documentos relativos à fábrica e da bibliografia permitiu coligir alguma informação dispersa, que importava relacionar com o edificado existente, para tentar identificar locais de maior relevância para a realização da prospecção geofísica.

Por outro lado, era importante integrar elementos relativos à geologia, morfologia do terreno, orografia e topografia que influenciaram a ocupação da Quinta do Côvo.

Por último, os resultados obtidos através da campanha de prospecção geofísica tinham de ser associados aos dados acima referidos para se apresentarem conclusões devidamente fundamentadas.

Considerou-se que, tendo em conta a multiplicidade de elementos a trabalhar, a forma de conseguir articular toda a informação seria através da criação de uma base de dados em *ArcGis 9.3* através da qual se conseguia inserir no espaço as referências resultantes das várias fontes de informação.

Deste modo, tornou-se exequível uma análise espacial destes elementos através da criação de relações entre, por exemplo, as matérias-primas e os limites de propriedade, as linhas de água e a topografia, a geologia e a ocupação do território. Algo que não seria tão fácil de conseguir sem o recurso a este tipo de ferramenta.

A concentração dos dados nessa ferramenta simplificou a sua análise, tornando mais expedita a correlação entre os mesmos e permitiu que entre o processo de aquisição de dados e a sua interpretação decorresse um tempo curto. Além disso, tornou possível identificar os locais com anomalias que necessitavam de uma aquisição de dados mais fina, através da aplicação de uma malha de aquisição mais apertada, ou do cruzamento de métodos.

Também contribuiu para esta opção a possibilidade de ganhar tridimensionalidade na cartografia, tornando alguns dados mais facilmente perceptíveis, e possibilitando tentativas de reconstituição de volumes edificados, com base em documentos iconográficos.

5. RESULTADOS

Este trabalho surgiu pois como uma oportunidade de avaliar o potencial arqueológico, sem a necessidade de fazer uma intervenção clássica de escavação, que exigiria maiores recursos logísticos e causaria maior perturbação nas actividades da Quinta.

Em linhas gerais, esse objectivo foi plenamente atingido por se ter obtido uma delimitação relativamente precisa, das áreas com maior potencial arqueológico na Quinta do Côvo.

Conforme se pode ver, na figura 1, a zona de intervenção foi subdividida em vários sectores, separados por barreiras físicas, para simplificar o processo de aquisição dos dados e o seu processamento.

As amostras de sedimentos concentram na área Sul do espaço da intervenção os vestígios relacionáveis com a actividade de fabrico do vidro, conforme a figura 2.

Os resultados da prospecção parecem corroborar esta ideia, com os indícios de potencial arqueológico a concentrarem-se nos sectores 10C, 9A e 5A, da figura 1.

Naturalmente, sem a realização de sondagens arqueológicas não se pode afirmar taxativamente que se tratam de vestígios da fábrica. No entanto, a conjugação da presença de anomalias com os dados recolhidos através da análise da documentação e as amostras de sedimentos, sugerem que, pelo menos nos sectores 10C e 9A, a probabilidade é muito elevada.

Os documentos relativos à Fábrica do Côvo, apesar de não possuírem peças desenhadas da fábrica, referem a localização de estruturas da mesma, tomando como referência a implantação da casa dos Senhores do Côvo.

A casa situa-se num cabeço, próximo do limite Sul da propriedade, com vista para o vale do rio Antuã, sobranceiro à estrada que liga Oliveira de Azeméis a Vale de Cambra, que reaproveita o traçado de antigos caminhos que ligavam as duas localidades.

A utilização dessas referências documentais é prejudicada pelo facto de não conseguirmos saber com exactidão se a localização da casa foi sempre a mesma. Há uma referência ao assentamento dos fornos e casa de Pero Moreno, onde se menciona que o forno se situava na vertente poente do cabeço (Costa 1955). Sabe-se que na segunda metade do século XVIII a casa foi reconstruída, embora não se consiga inferir da documentação se essa intervenção foi feita no mesmo local, ou se os proprietários aproveitaram para a instalar noutro ponto do cabeço, mais favorável à sua ampliação. A documentação onde se refere essa reconstrução da casa apenas menciona que a Capela privativa da casa do Côvo foi nessa ocasião desmantelada do seu local de origem, junto à vertente nascente do cabeço, para ser reedificada adossada ao edifício de habitação (Costa 1955).

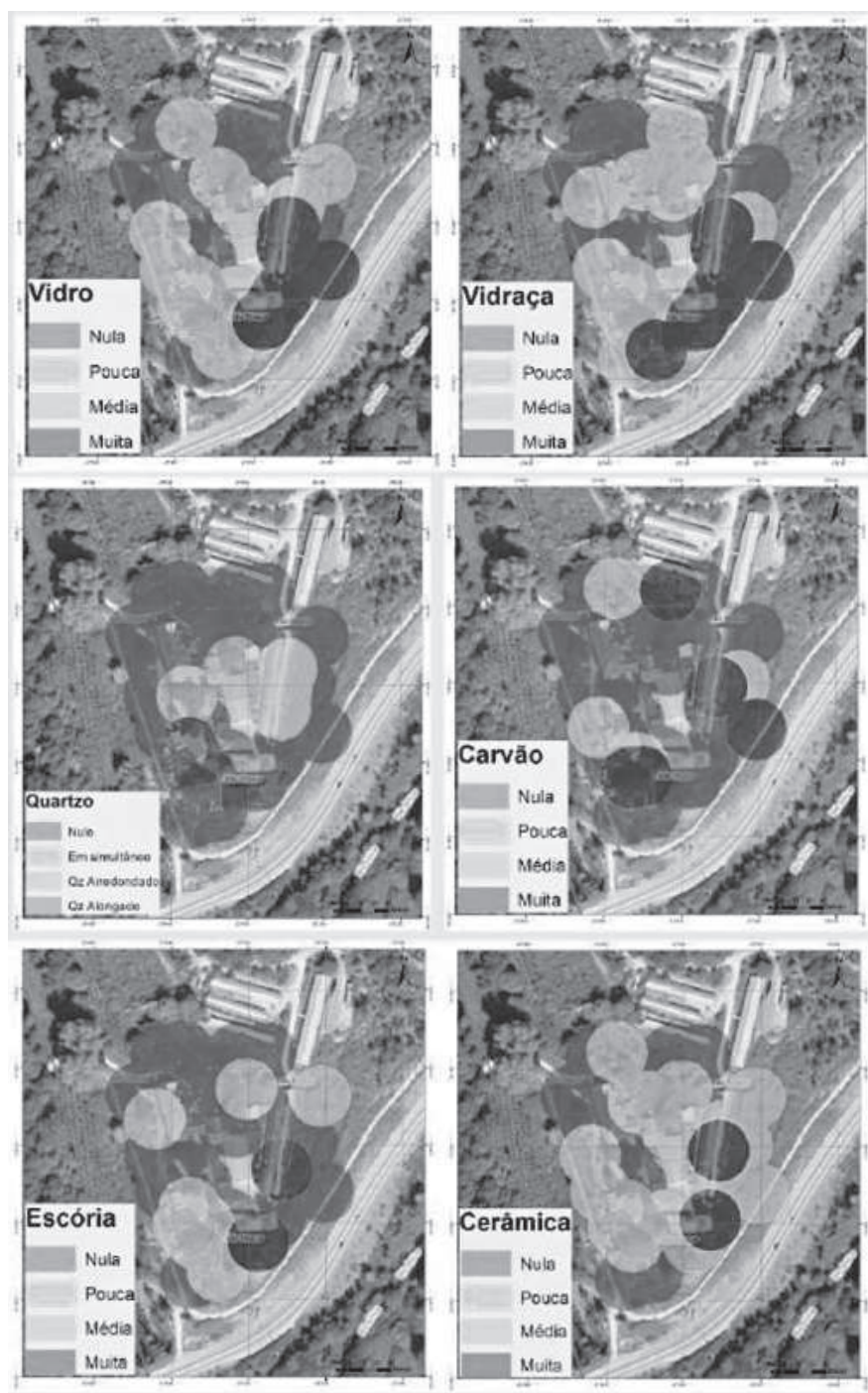



Figura 2. Vestígios relacionáveis com a actividade do fabrico do vidro.

Ainda que a análise documental indicie que as estruturas de produção se localizaram num espaço relativamente próximo da casa de habitação e que ambas se concentravam no cabeço, isso só nos permitia limitar a área de trabalho para a realização da prospecção geofísica.

Acresce que a fábrica foi, também ela, sofrendo alterações à sua estrutura com o passar do tempo e a necessidade de alargar a produção para competir com as fábricas entretanto surgidas, havendo referências documentais a estruturas de combustão a Sul e Nascente da casa, que coincidem com os sectores 10C e 9A em documentos contemporâneos ou posteriores à reconstrução da casa.

As anomalias identificadas no solo, possuem características (forma, dimensão, volume) que permitem associá-las a estruturas relacionadas com o fabrico do vidro. Além disso, as amostras de sedimentos apresentam, na sua composição, grande quantidade de elementos usados ou resultantes do fabrico do vidro. Estes dados conjugados com as referências documentais possibilitaram uma interpretação, que se julga segura, destes sectores como contendo estruturas enterradas da Fábrica do Côvo.

Ainda que no sector 9A a cota actual do solo seja o resultado da remoção de terras realizada pelo actual proprietário para a construção de um picadeiro coberto – tendo atingido nalguns pontos cerca de 1 metro de altura e inviabilizado a recolha de sedimentos neste sector – os testemunhos orais dos funcionário que ali trabalhavam, em meados dos anos oitenta, referem a abundância de material refractário nas terras que dali saíram e foram depositadas na vertente nascente do cabeço, reforçando a interpretação das anomalias, como estando associadas à fábrica.

O mesmo não se pode afirmar com igual segurança para o sector 5A. Apesar das referências documentais indicarem que o forno mais antigo se situava na vertente poente as amostras de sedimentos são, neste sector, menos explícitas, uma vez que apenas permitem verificar a existência de vidro, vidraça e cerâmica, elementos que são os mais abundantes no espaço da quinta, existindo mesmo em locais onde não se identificaram anomalias no solo. Estas, apesar de terem sido detectadas pelos dois métodos utilizados, não apresentam características que levem a considerar uma muito forte possibilidade de serem estruturas arqueológicas. Até porque, neste caso, houve uma deposição de terras para a criação de uma plataforma artificial acima da cota natural do terreno, impedindo a sua utilização como acesso ao sector 6A, que pode ser a causa das anomalias registadas.

Não sendo, à partida, uma situação expectável, a identificação de estruturas à superfície acabou por ter lugar.

Durante o reconhecimento do terreno o proprietário referiu que num antigo telheiro (sector 6A), uma funcionária tinha caído, há alguns anos, numa cavidade desconhecida de quem ali trabalhava. O local encontrava-se coberto de vegetação

e restos de material de construção, não sendo possível, nesse momento, verificar do que se tratava. No entanto, a descrição da cavidade, com uma abertura que dava acesso a uma sala mais larga, levou-nos a ponderar a hipótese de se tratar de um forno de vidro, tomando como paralelo os exemplos descritos por Custódio (2002) para a Fábrica de Coina e as referências ao forno inicial na vertente poente.

Não consistindo o nosso objectivo na realização de sondagens arqueológicas decidiu-se que seria conveniente remover a vegetação e os materiais que ali se encontravam depositados para efectuar a aquisição de dados com o GPR. Essa primeira limpeza foi feita, deixando à vista, o local onde o piso havia cedido e uma base de engenho de moagem.

Apesar da limpeza efectuada, ainda ficaram demasiados fragmentos de telhas e elementos vegetais no solo, que impediam a utilização do GPR, pelo que se decidiu remover esses materiais, tornando a superfície do terreno mais adequada à prospecção geofísica (Fig. 3).

Observou-se, então, que existia um piso empedrado a envolver a cavidade que tinha ficado à vista. Perante esse facto optou-se por uma limpeza do empedrado, para compreender a sua articulação com a base do engenho de moagem, na expectativa de que fossem contemporâneas, pois tratava-se de um espaço onde se tinham registado intervenções recentes – visíveis, por exemplo, na padieira em betão do portão aberto para o aproveitamento do telheiro como garagem. Tanto o proprietário como os funcionários desconheciam a existência do piso empedrado.

No entanto, concluída a limpeza verificou-se que tal não se confirmava. O empedrado estava delimitado por blocos de granito de maiores dimensões, assentes no solo sem qualquer tipo de fundação, onde são visíveis marcas de espigões metálicos que suportariam uma estrutura de parede que delimitava o espaço da garagem. Essa parede seria, de acordo com as informações orais recolhidas, construída com materiais ligeiros (derivados de madeira e/ou chapa) e dividia o espaço de garagem do galinheiro, situado no espaço ocupado pela base do engenho de moagem. O piso terá sido, em nossa opinião, construído após o abandono da actividade do engenho de moagem.

Para esta interpretação concorre o facto de na cavidade ser visível a existência de paredes rematadas com blocos aparelhados de granito, sobre os quais assenta uma camada de terra pouco compactada que serve de base ao empedrado. A entrada na galeria está obstruída com terras pouco compactadas, que, a dado momento, terão deslizado para o interior da mesma, provocando o abatimento do empedrado, o que levou à colocação de uma camada de argamassa para nivelar o piso (Fig. 4 e 5).

O interior da galeria indicia tratar-se de um espaço onde estaria colocado um rodízio, movido através da energia hidráulica, que accionaria o movimento do

Figura 3. Superfície do terreno antes da limpeza para utilização do geo-radar.

Figura 4. Aspecto da entrada na Galeria.

Figura 5. Aspecto da entrada na Galeria.

engenho para esmagar o quartzo. No entanto, o facto de se encontrar parcialmente obstruído, com terra ali depositada, não permitiu identificar as condutas de água necessárias para esse efeito.

As amostras de sedimentos recolhidas neste sector ajudaram a sustentar a hipótese de se tratar de uma estrutura de moagem associada à Fábrica do Côvo. Neste local, os fragmentos de quartzo apresentam uma forma alongada, que resulta de um processo de esmagamento mecânico e, em simultâneo, é também nesta área que se encontram fragmentos com maior variabilidade da sua granulometria, pelo que nos parece seguro afirmar que esta base de engenho de moagem terá servido

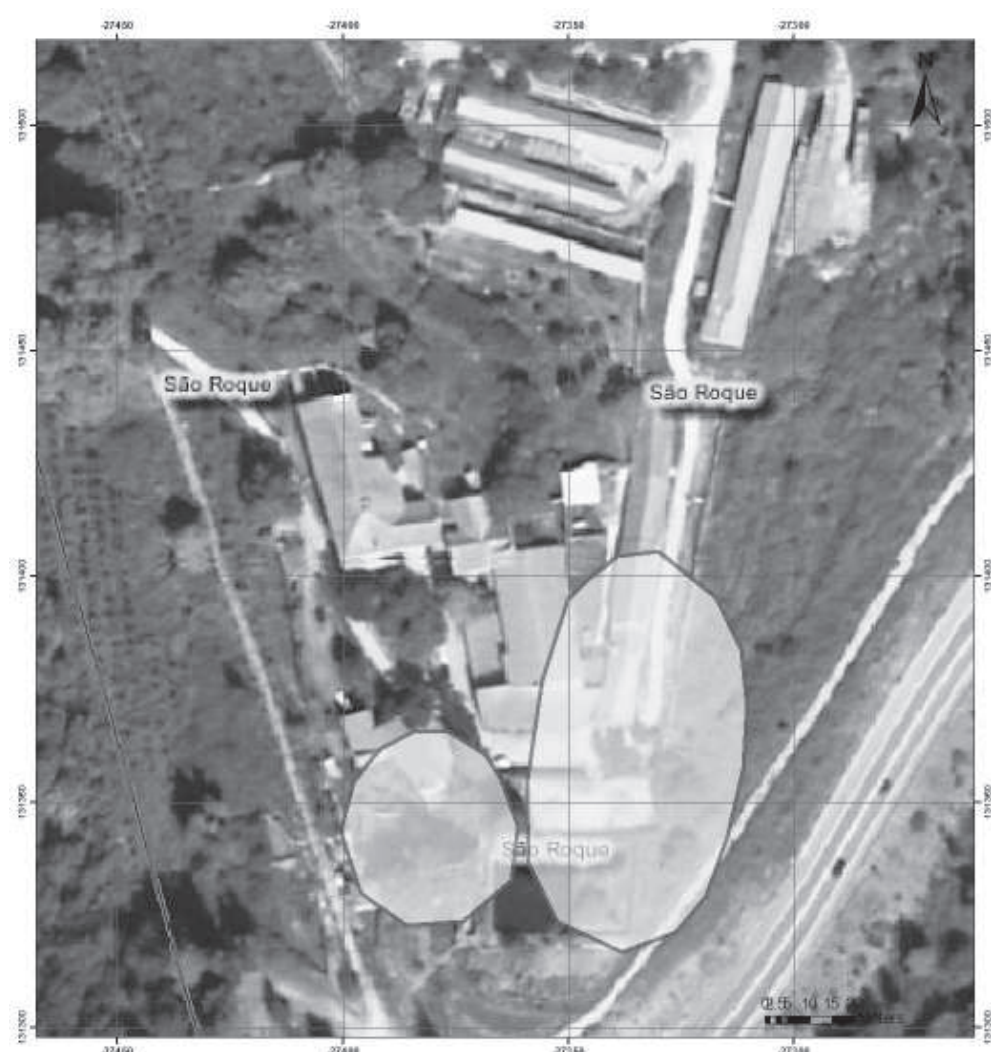



Figura 6. Interpretação da área intervencionada.

para a preparação da matéria-prima necessária ao fabrico do vidro. A presença, relativamente abundante, de fragmentos de vidro à superfície poderá estar relacionada com a sua reciclagem como casco para nova fusão. Fica por esclarecer a existência nos sedimentos de elementos químicos como a soda, por exemplo, que, no século XIX, era comprada em blocos que requeriam esmagamento antes da utilização como fundente.

Em suma, os resultados obtidos permitem-nos afirmar com alguma segurança que se conseguiram identificar alguns sectores com potencial arqueológico, onde parecem localizar-se estruturas associadas à combustão e moagem das matérias-primas necessárias ao fabrico do vidro.

A validação destes resultados poderá ser obtida de duas formas distintas.

A primeira delas será a realização de trabalhos de geoquímica que procurem, em amostras recolhidas nos locais onde se registaram as anomalias mais promissoras, elementos químicos utilizados no fabrico do vidro.

A alternativa consistirá na realização de sondagens arqueológicas, procedendo-se à escavação dos sectores onde as anomalias são mais fiáveis para confirmação de estruturas relacionadas com o fabrico do vidro.

No entanto, é nossa convicção que sendo a Quinta um espaço privado, de acesso restrito, onde os locais com maior potencial arqueológico ficam próximos da zona de habitação e circulação dos proprietários, as sondagens arqueológicas só devem ter lugar em contextos de salvaguarda do registo arqueológico, ou, caso se estabeleça uma forma de valorização patrimonial dessas estruturas, que permita a sua fruição pela população. Até porque, as grandes questões levantadas à partida neste projecto já tiveram resposta, nomeadamente a existência de vestígios arqueológicos e a sua localização (Fig. 6).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. B.; ANTUNES, J. M. V.; SOUSA, M. J. C. & CUNHA, R. M. C. (1992). O Forno cerâmico da Correlhã (Ponte de Lima). *Revista da Faculdade de Letras-História*. 9. 481-506.

Archaeology and the Historic Environment: Historic Landscape Survey Guidelines. National Trust Heritage, landscape, archaeological policies and guidelines, s.d..

ARÊDE, J. D. (1937). Vila Chã (S. Roque). *Arquivo do Distrito de Aveiro*. 3(9). 65-66.

BARKER, P. (2002). *Techniques of Aerchaeological Excavation*. Londres: Routledge.

BONTEMPS, G. (1868). *Guide du Verrier. Traité historique et pratique de la fabrication des verres, cristaux, vitraux*. Paris: Librairie du dictionnaire des arts e manufactures.

CAGNANA, A. (2000). *Archeologia dei materiali da construzione*. Mantova: Editrice S.A.P.. p. 177-194.

CARQUEJA, B. (ed.). (1909). *Annaes do Município de Oliveira de Azeméis*. Porto: Livraria Chardron.

COSTA, L. (2002). SIG et Archeologues en Val-d'Oise. *Les petits cahiers d'Anatole.* Tours: CNRS e Université de Tours. 10.

COSTA, M. P. (1949). S. Pedro de Vila Chã ou Vila Chã de S. Roque. *Arquivo do Distrito de Aveiro.* 15(59). 161-191.

COSTA, M. P. (1954). Subsídios para a História da Indústria vidreira no Concelho de Oliveira de Azeméis. Casa e Fábrica do Covo, e continuadoras desta no Concelho de Oliveira de Azeméis. *Arquivo do Distrito de Aveiro*. 20(80). 266-299.

COSTA, M. P. (1955). Subsídios para a História da Indústria vidreira no Concelho de Oliveira de Azeméis. Casa e Fábrica do Covo, e continuadoras desta no Concelho de Oliveira de Azeméis. *Arquivo do Distrito de Aveiro*. 21(80, 81, 82, 83). 64-79, 84-97, 196-218 e 289-312.

CUSTÓDIO, J. (2002). *A Real Fábrica de Vidros de Coina[1719-1747] e o vidro em Portugal nos séculos XVII e XVIII.* Lisboa: IPPAR.

DABAS, M., *et al*. (2006). *La prospection. Nouvelle edition revue et augmentée*. Paris: Editions Errance.

DEVY-VARETA, N. (1986). Para uma geografia histórica da floresta portuguesa. Do declínio das matas medievais à politica florestal do renascimento (séc. XV e XVI). *Revista da Faculdade de Letras-Geografia*. 1. 5-37.

DIDEROT, D. & D'ALEMBERT, J. le R. (ed.). (2008). *Encyclopédie, ou dictionnaire raisoné des sciences, des arts et métiers*. Chicago: University of Chicago, ARTFL Encyclopédie Projet.

DE FELICE, M. (ed.). (1780). *Encyclopédie, ou dictionnaire universel raisoné des connoissances humaines sciences, des arts et métiers.* Yverdun. 10.

FERREIRA, M. A. (2004). Espólio vítreo proveniente da estação arqueológica do Mosteiro de Sta. Clara-a-Velha de Coimbra: Resultados preliminares. *Revista Portuguesa de Arqueologia.* 7(2). 541-583.

FERREIRA, M. A. (2005). O uso de vidraria em *Sellium* e em Tomar: as descobertas arqueológicas recentes em relação com a História do Vidro. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 8(1). 387-431.

FONTES, L. F. O. (2006). Experiências portuguesas em Arqueologia da Arquitectura. *Património Estudos*. 9. 44-55.

FOURTEAU, A. M. (1986). Prospection Systématique sur le trace de l'autoroute A 71 section Bourges-Sud du Cher. In *LA PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE. Paysage et peuplement. Actes de la table ronde des 14 et 15 mai 1982*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme. p. 71-80.

GUERRA, A. (1997). *Indústria Vidreira no concelho de Oliveira de Azeméis. Subsídios para a sua História.* Marinha Grande: Museu Santos Barosa da Fabricação do Vidro.

GOULETQUER, P. (1986). Prospection Archéologique et organisation de l'espace. In *LA PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE. Paysage et peuplement. Actes de la table ronde des 14 et 15 mai 1982*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme. p. 147-155.

HOOVER, H. C. & HOOVER, L. H. (ed.). (1912). *Georgius Agricola De Re Metallica*. Londres: The Mining Magazine.

Informações para a estatística industrial. Publicada pela Repartição de Pesos e Medidas. – Distrito de Aveiro. (1867). Lisboa : Imprensa Nacional. p. 517 a 523.

JIMÉNEZ CASTILLO, P.; NAVARRO PALAZÓN, J. & THIRIOT, J. (1998). Taller de vidrio y casas Andalusíes en Murcia. La excavacíon arqueológica del cáson de Puxmarina. *Memorias de Arqueologia*. 13. 419-458.

KING, T. F. (1978). *The archaeological survey: methods and uses*. Heritage Conservation and Recreation Service. Washington: U.S. Department of Interior.

MEYER, É. ; GRUSSENMEYER, P. & PERRIN, J. P. (2005). Evolution of surveying practices in Archaeology: a technical overview to introduce new management possibilities for cultural heritage data. *CIPA 2005 XX International Symposium, 26 September – 1 October*. Torino.

MILETO, C. & VEGAS, F. (2006). El edificio y su memoria. Conservación de las huellas del pasado. *Património Estudos*. 9. 72-90.

MUÑOZ LÓPEZ, F. & JIMÉNEZ CASTILLO, P. (1997). Casas, Hornos y Muralla de la Murcia Medieval, en un solar de la calle Sagasta esquina com Aistor. *Memorias de Arqueologia*. 12. 503-532.

OLIVEIRA, S. B. (2001). *Memórias setecentistas de Oliveira de Azemeis*. Oliveira de Azeméis: Câmara Municipal.

PELLATT, A. (1849). *Curiosities of Glass Making: with details of the processes and productions of ancient and ornamental glass manufacture*. Londres: David Bogue.

PEREIRA, E.; GONÇALVES, L. S. & MOREIRA, A. (1980). *Carta Geológica de Portugal. Notícia explicativa da folha 13-D (Oliveira de Azeméis)*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

POTTER, T. W. (1986). Programme de prospection en Étrurie Méridionale: réflexions sur les méthodes et les techniques. In *LA PROSPECTION ARCHÉOLOGIQUE. Paysage et peuplement. Actes de la table ronde des 14 et 15 mai 1982*. Paris: Maison des Sciences de l'Homme. p. 139-144.

Short guide to field survey, fiels walking and detecting survey (2007). BAJR Guides. (edição revista).

TABLADA MARCOS, B. M. A. & SANCHÉS DE PRADO, M. D. (2006). Evidencias de un taller de vidrio en la ciudad romana de Augustobriga (Talavera la Vieja, Cáceres). *Lucentum*. 25. 177-193.

VALENTE, V. (1950). *O Vidro em Portugal*. Porto: Portucalense Editora.

ZOREDA, L. C. (2006). Arqueología de la Arquitectura. Conocimiento e intervención. *Património Estudos*. 9. 33-43.

Resumo: A fábrica de vidro do Côvo é uma referência incontornável do património arqueológico industrial, com a particularidade de se ter mantido, quatro séculos, na posse da mesma família e de, finda a sua laboração, ter sido inteiramente desmantelada, não sendo presentemente visíveis quaisquer vestígios dessa actividade. Sendo um local com uma elevada importância simbólica, era importante, numa perspectiva de gestão e preservação do património, ter uma percepção do potencial arqueológico do local, o que foi conseguido com a aplicação de técnicas de prospecção geofísica. Os métodos geofísicos utilizados foram o magnético e o electromagnético GPR, tendo sido utilizado o ambiente SIG para a integração, visualização e análise conjunta da informação.

Palavras-chave: Vidro, Arqueologia, Prospecção geofísica, Magnética, Geo-radar.

Abstract: The glass factory of Covo is an undeniable reference of the archaeological heritage industry, with the specificity that it has remained held by the same family. Also specific is the fact that after closing the factory was completely dismantled leaving no traces of its activity. Being a place of high symbolic meaning, it was important from the perspective of heritage management and preservation, to be aware of the site archaeological potential that was achieved with the application of geophysical techniques. Geophysical methods used were the magnetic and electromagnetic GPR. The integration, visualization and joint analysis of information has been carried out in GIS environment.

Keywords: Glass, Archaeology, Geophysical exploration, Magnetic, Ground Penetrating radar.